MAART 1975

Van de redactie

De redactie is — bij voldoende animo — van plan om binnenkort de lezers van het Studieblad in de gelegenheid te stellen een pagina(s) te vullen.

WAAROM?

Het Studieblad PTT is een technisch blad voor PTT personeel.
Al onze abonnee's hebben twee dingen gemeen en wel:
1e. belangstelling voor de techniek;
2e. het zijn PTT-ers.
Daarom *mag* en *moet* deze pagina door de lezers worden gevuld.

WAARMEE?

Eigenlijk met alles wat te maken heeft met PTT, techniek of PTT en techniek.

WAT?

ADVERTENTIES, zoals:
apparatuur aangeboden en/of gevraagd;
onderdelen aangeboden en/of gevraagd;
studievriend gezocht enz.

RUILRUBRIEK, zoals:
technische documentatie;
apparatuur enz.

MEDEDELINGEN. Alles om uw collega's te informeren op het gebied van techniek en/of PTT.

SCHAKELINGEN. Door u zelf bedachte of gewijzigde schakelingen.

HOE?

Alle stukken, verzoeken enz. zenden aan het secretariaat van het Studieblad PTT, Hoevenbos 140 te Zoetermeer. (mag in dienstenvelop)

Tekst liefst in tweevoud getypt.

Tekeningen behoeven niet netjes te zijn, maar wel *duidelijk.*

Foto's dienen duidelijk en contrastrijk te zijn om een goed cliché te kunnen maken.

KOSTEN?

Voor *advertenties* en dergelijke worden *geen* kosten in rekening gebracht.

VERGOEDING?

De redactie is wel van plan om goede ideeën, schakelingen enz. te belonen.

Het is een bladzijde van en voor u.

WANNEER?

Doe het nu.

Met de lezerspagina(s) kan alleen worden gestart bij voldoende animo.

De nieuwe communicatieweg via satellieten

Bewerkt door B. M. A. Eggermond

Op 12 september 1973 werd Nederland's eerste grondstation voor satellietcommunicatie officiëel in dienst gesteld. Nederland trad hiermee toe tot de rij van landen, die sinds korte tijd verbindingen met elkaar onderhouden via communicatiesatellieten.

Welke ontwikkelingen zijn hieraan voorafgegaan?

Laten we even terugblikken in het nog niet zo verre verleden nl. het jaar 1927, toen de radiotelefonie haar intrede deed. Voor de afwikkeling van het telefoonverkeer tussen Groot-Brittannië en de Verenigde Staten werd in dat jaar voor het eerst gebruik gemaakt van de radioweg. Reeds in 1928 werd bij wijze van proef ook draadloos telefoonverkeer tussen Nederland en N.O. Indië afgewikkeld. Op 7 januari 1929 werd deze radiotelefoondienst officiëel opengesteld.

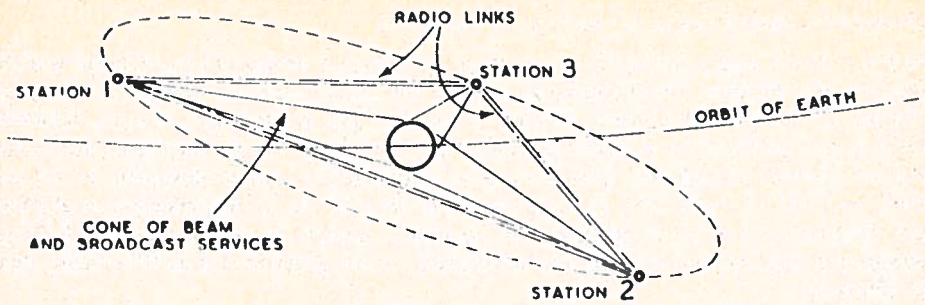
Nederlandse PTT-technici hebben in die jaren baanbrekend werk verricht, dat ook buiten onze landsgrenzen als zodanig werd erkend, vooral toen zij erin slaagden voor de radiotelefoonverbinding het enkelzijbandsysteem toe te passen. Daardoor werd de zg. „selectieve fading", die afbreuk deed aan de gesprekskwaliteit, opgeheven. Bovendien werd het mogelijk meer gesprekken — d.w.z. vier tegelijkertijd over één zender —, af te wikkelen.

In het begin van de tweede wereldoorlog — vóórdat ons land daarin werd betrokken — werd dezelfde apparatuur ook toegepast voor het telefoonverkeer met de Verenigde Staten. In september 1939 werden de verbindingen Amsterdam-New York, Amsterdam-Rio de Janeiro en Amsterdam-Buenos Aires in gebruik genomen. Verscheidene andere Europese landen konden toen via Nederland telefonisch contact met het Amerikaanse continent onderhouden.

De tweede wereldoorlog maakte een einde aan al deze activiteiten. Kostbare radioapparatuur is in die periode verloren gegaan, zodat de PTT in 1945 van de grond af met de wederopbouw van de verbindingen moest beginnen. Toch was men in staat reeds in augustus 1945 een radiotelegraafverbinding tussen Amsterdam en New York te openen. In september ging een enkel-zijbandradiotelefoonverbinding met twee gesprekskanalen in dienst. Nog in hetzelfde jaar werd het radiotelegraafverkeer met Indië, Zwitserland, Zweden, Engeland en Paramaribo hersteld, terwijl met Suriname het radiotelefoonverkeer mogelijk werd.

In de hierna volgende jaren kwamen nog vele uitbreidingen en vernieuwingen tot stand. De na-oorlogse ontwikkeling stimuleerde echter de behoefte aan uitbreiding van de beschikbare telefoonverbindingen dusdanig, dat transmissie via de radioweg ontoereikend begon te worden.

Als consequentie hiervan ging het technisch onderzoek zich in sterke mate richten op toepassing van intercontinentale telefoonkabels om aan die behoefte te kunnen voldoen. De eerste transatlantische zeekabel werd in 1956 gelegd tussen Oban in Schotland en Clarenville op New Foundland. Er zijn sindsdien vele intercontinentale zeekabels in alle wereldzeeën gelegd. Het zou ons te ver voeren als we hiervan een opsomming gingen geven. De omvang van het telefoonverkeer nam evenwel dermate toe, dat de zeekabels alleen niet meer voldoende verbindingsmogelijkheden boden. Een nieuwe communicatieweg zou wel erg welkom zijn, maar welke? Inmiddels was een nieuwe vorm van verreberichtgeving tot ontwikkeling gekomen, in zekere zin als consequentie van de tweede wereldoorlog: het verkeer via satellieten. In betrekkelijk korte tijd is dat verkeer een belangrijke rol gaan spelen in de internationale verreberichtgeving.



Een van de tekeningen, waarmee de Engelsmans Arthur C. Clarke in 1945 zijn artikel in „Wireless World" illustreerde. In die beschouwing toonde hij aan dat door middel van kunstmatige satellieten een wereldomvattende communicatie kon worden onderhouden.

Het verkeer via satellieten is voorspeld

Met de komst van de communicatie-satelliet brak een nieuw tijdperk aan in de geschiedenis van de berichtgeving over zeer grote afstanden. De eerste geslaagde lancering van een aardsatelliet staat op naam van de Sovjet-Unie, waar men op 4 oktober 1957 de „Spoetnik" in een baan om onze planeet bracht. Deze satelliet vervulde geen taak op communicatiegebied maar het in de ruimte brengen van de „Spoetnik" kan wel worden beschouwd als een beslissend moment in de geschiedenis van de satelliettechniek. Daaraan moet echter onmiddellijk worden toegevoegd dat ruim tien jaar eerder — om precies te zijn in oktober 1945 — de Engelsman Arthur C. Clarke in het tijdschrift „Wireless World" een artikel publiceerde over „Extraterrestrial Relays", waarin het beginsel van de overdracht van berichten via aardsatellieten werd ontvouwd en de latere ontwikkelingen op dit terrein met grote nauwkeurigheid werden voorspeld.

Clarke ging uit van de ervaringen die reeds gedurende de oorlog waren opgedaan met het lanceren van geleide projectielen. Hij voorzag dat het binnen enkele jaren mogelijk moest zijn radiografisch bestuurde raketten in een baan om de aarde te brengen buiten de grenzen van de atmosfeer. Toegerust met ontvang- en zendapparatuur, zouden zij kunnen fungeren als relaisstation voor telecommunicatie-verbindingen tussen twee willekeurige punten op het onder het station gelegen halfrond van de aardbol, waarbij gebruik zou kunnen worden gemaakt van èlke frequentie die door de ionosfeer kan dringen. Door toepassing van de gerichte antenne-stelsels hoefde het zendvermogen van de apparatuur slechts gering te zijn, aangezien het zenden in een rechte lijn kon geschieden. Bovendien — zo betoogde Clarke verder — zou een uitzending vanaf elk gewenst punt op aarde kunnen worden gespreid over het gehele, voor het station „zichtbare" deel van de globe. De Engelse auteur berekende dat een dergelijk station, in een baan met een radius van 42.000 kilometer om onze planeet gebracht, een omlooptijd heeft van precies vierentwintig uur. Wanneer die baan in het vlak van de equator zou komen te liggen en de satelliet dezelfde omlooptijd en omlooprichting zou hebben als die van de aarde, zou hij als het ware boven de evenaar stil blijven staan. Deze visie op de mogelijkheid van telecommunicatie via kunstmatige aardsatellieten moet men te meer bewonderen omdat Clarke in hetzelfde artikel de verwachting uitsprak dat bemande raketten in de ruimte zouden worden gebracht, welke raketten over voldoende extra-capaciteit zouden beschikken om hun baan weer te kunnen verlaten en naar de aarde terug te keren. De prognose van Clarke is door de jongste ontwikkeling in alle opzichten bewaarheid. Wat in de dagen waarin hij zijn beschouwingen publiceerde nog theorie was, bleek — achteraf gezien — een uiterst belangrijke bijdrage tot de ontwikkeling van een nieuwe vorm van internationale berichtgeving.

De experimentele fase van het verkeer via satellieten

Het zou echter nog ruim vijftien jaar duren voordat het denkbeeld van Clarke werkelijk gestalte zou krijgen. Begrijpelijkerwijze kon dit grootse project alleen in een aantal etappes tot uitvoering komen. Allereerst dienden aan weerszijden van de Atlantische Oceaan grondstations te worden gebouwd, die met elkaar via de satellieten het verkeer zouden moeten afwikkelen. Drie van deze omvangrijke stations kwamen in de jaren 1961 en 1962 tot stand. Eén daarvan verrees in *Andover* in de Amerikaanse staat Maine; het Engelse station werd gebouwd in Goonhilly Downs in het graafschap Cornwall, terwijl een soortgelijk ontvang- en zendstation werd geïnstalleerd te Pleumeur Bodou in Frankrijk.

De eerste actieve satelliet, „Telstar I", werd op 10 juli 1962 in een baan om de aarde gebracht. Op 13 december van dat jaar werd de volgens gelijke principes gebouwde kunstmaan „Relay" gelanceerd. Biede satellieten hadden een experimenteel karakter en waren berekend op een betrekkelijk geringe levensduur. De baan die zij in de ruimte beschreven, lag „slechts" enige duizenden kilometers boven het aardoppervlak, hetgeen tot gevolg had dat hun omloop veel minder tijd in beslag nam dan die van onze planeet. Daardoor waren zij *slechts kort binnen het bereik van de Amerikaanse en Europese grondstations*. Niettemin was het succes indrukwekkend: het bleek mogelijk zowel telefoongesprekken als televisiebeelden rechtstreeks over de Atlantische Oceaan te transporteren. Met behulp van de kunstmaan „Relay" slaagde men er zelfs in, televisieprogramma's tussen de Verenigde Staten, de westeuropese landen, Japan en Zuid-Amerika op voortreffelijke wijze over te brengen.

Intussen had ook West-Duitsland de beschikking gekregen over een eigen grondstation en wel te Raisting in Beieren. Italië bouwde een kleiner station te Fucino. Overigens besefte men dat voor een de gehele wereld omvattend systeem van communicatiesatellieten die de aarde in een lage baan omcirkelen, een vrij groot aantal van dergelijke stations in de ruimte gebracht zou moeten worden, wilde men gedurende een geheel etmaal over een transmissiemogelijkheid beschikken. Afgezien van de daaraan verbonden (hoge) kosten, zouden computers moeten worden ingeschakeld voor het berekenen van de precieze tijd waarin de satellieten binnen het „blikveld" van de grondstations zouden komen. Immers, anders zou men het risico lopen dat de verbindingen tijdelijk zouden wegvallen.

Dit kon worden voorkomen door terug te grijpen op het denkbeeld van Clarke om drie kunstmanen te lanceren en deze te brengen in banen met een radius van 42.000 kilometer op een hoogte van 35.800 kilometer boven het aardoppervlak. Dergelijke „geostationaire" of „synchrone" satellieten draaien met de aarde mee. Een kwestie, waarover aanvankelijk nog twijfel bestond, had betrekking op de vraag of de „looptijd" van een signaal van het zendende grondstation naar de satelliet en vandaar naar het ontvangende grondstation niet zó groot zou zijn, dat het telefoonverkeer daarvan hinder zou ondervinden. De praktijk heeft echter uitgewezen dat dit niet het geval is.

De eerste „synchrone" satellieten werden aangeduid met de naam „Syncom". Deze hadden echter eveneens nog een experimenteel karakter. Het eerste exemplaar kwam niet op de gewenste plaats in de ruimte als gevolg van een defect in de laatste trap van de raket waarmee de kunstmaan werd gelanceerd. De Syncom-II, gelanceerd op 26 juli 1963, kwam wèl in de gewenste baan. De daarmee opgedane ervaringen waren zeer waardevol, ofschoon de capaciteit van de satelliet zeer gering was. De Syncom-III, die op 19 augustus 1964 werd gelanceerd, kreeg een plaats boven de Stille Oceaan. De bevindingen waren in alle opzichten gunstig: de raketten functioneerden in overeenstemming met de verwachtingen, de besturing eveneens, terwijl ook een beter inzicht werd verkregen in het gedrag van de in de satelliet opgenomen componenten.

Internationale samenwerking

Het ligt voor de hand dat voor een wereldomvattend systeem van communicatie-satellieten nauwe samenwerking tussen een zo groot mogelijk aantal landen nodig is. In deze zin spraken de Verenigde Naties zich reeds uit in een resolutie, die in het najaar van 1961 werd aangenomen. In augustus van het daaropvolgende jaar nam het Amerikaanse Congres een daartoe strekkend initiatief door het aannemen van een motie waarin werd aangedrongen op een zo spoedig mogelijk totstandkoming van een wereldnet ter voorziening in de behoefte aan de communicatiemiddelen van de Verenigde Staten en andere landen.

Om dit doel te realiseren, werd in februari 1963 in Amerika de Comsat opgericht (Comsat = Communications Satellite Corporation). Dit is een commerciële organisatie, waarvan de aandelen voor vijftig procent in particuliere handen zijn, terwijl de andere helft in het bezit is van de grote maatschappijen die werkzaam zijn op telecommunicatiegebied. Het beheersorgaan van Comsat — de Board of Directors — telt vijftien leden, van wie zes worden aangewezen door respectievelijk de Amerikaanse regering en de particuliere investeerders; de overige drie worden benoemd door de president van de Verenigde Staten.

Ongeveer tezelfdertijd, in mei 1963, kwam in Parijs de Conférence Européenne des Télécommunications par Satellites (CETS) tot stand, waaraan nagenoeg alle westeuropese landen deelnamen. Het oogmerk van deze bijeenkomst was tot een eensluidend standpunt te komen alvorens met de Verenigde Staten en andere landen te gaan onderhandelen over het beheer en het gebruik van het wereldsysteem van communicatiesatellieten. Die onderhandelingen resulteerden op 20 augustus 1964 in een voorlopig akkoord èn een speciale overeenkomst. Het akkoord handelt over de algemene oogmerken en de organisatorische opbouw van het satellietsysteem; de speciale overeenkomst — getekend door de regeringen van de deelnemende landen en de voor de uitvoering aangewezen telecommunicatieinstanties — regelt de financiële en operationele kwesties.

Het in 1964 gesloten akkoord droeg dáárom geen definitief karakter, omdat het voorzag in het houden van een internationale conferentie, die tot taak zou hebben een duurzame regeling te treffen voor het wereldomvattende systeem van communicatiesatellieten. De speciale overeenkomst regelde de rechten betreffende de eigendom van het satellietsysteem: alle ondertekenaars vormen samen een gemeenschappelijke onderneming, die in oktober 1965 de naam kreeg van „Intelsat" (= International Telecommunications Satellite Consortium).

Deelneming aan deze organisatie staat open voor alle landen die zijn aangesloten bij de in 1865 opgerichte Internationale Telecommunicatie-Unie (ITU). Nederland behoorde tot de eerste elf staten die de hierboven genoemde overeenkomsten tekenden. Krachtens de voorwaarden droeg ons land bij in de investeringskosten en kreeg het een evenredig deel van de revenuen van het satellietverkeer. De Verenigde Staten hadden tot voor kort een overwegende invloed in Comsat, dat als beheersorgaan van Intelsat was aangewezen. Maar daaraan is in mei 1971, toen een nieuwe overeenkomst tussen de samenwerkende landen tot stand kwam, een einde gekomen. Het aandeel van Amerika in de kapitaalsvoorziening bedroeg aanvankelijk 52,9 procent en is nu teruggebracht tot 40 procent. Op het ogenblik zijn negenenzeventig landen bij „Intelsat" aangesloten, die meer dan negentig procent van het internationale telefoonverkeer voor hun rekening nemen.

De Sovjet-Unie en de andere oosteuropese landen — met uitzondering van Joegoslavië — hebben zich tot dusver afzijdig gehouden, waarschijnlijk omdat zij bezwaren koesteren tegen de dominerende positie die de Verenigde Staten in Intelsat-verband inneemt. Rusland heeft een eigen satelliet-systeem, dat wordt aangeduid met de naam „Orbita".

De Russische kunstmaan doorloopt een elliptische baan, die vrijwel het hele grondgebied van de Sovjet-Unie bestrijkt. De communicatie wordt verzorgd met behulp van negenendertig grondstations.

Ontwikkeling van het commerciële satellietverkeer

Dank zij de totstandkoming van een internationaal orgaan met een snel toenemend aantal participerende landen — die uiteraard ten zeerste geïnteresseerd waren in deze nieuwe en veelbelovende vorm van telecommunicatie — en mede door de ervaringen, opgedaan met de experimentele satellieten, kon in 1965 een begin worden gemaakt met het lanceren van kunstmanen ten behoeve van het commerciële verkeer. Op 6 april van dat jaar werd op Cape Kennedy de „Early Bird" in een baan om de aarde gebracht. Deze satelliet werd gesitueerd op 28,5° westerlengte voor de Braziliaanse kust. Hij diende voor de afwikkeling van het berichtenverkeer tussen Amerika en Europa. Zijn gewicht was 38,6 kilogram; de vorm was cilindrisch met een diameter van 72 centimeter en een hoogte van 59 centimeter. De „Early Bird" behoorde, evenals alle later gelanceerde satellieten, tot het geostationaire type, dat — zoals eerder uiteengezet — synchroon met de aarde meedraait.

De capaciteit was relatief gering: maximaal konden 240 telefooncircuits worden gebruikt en wanneer er een televisieprogramma werd overgebracht, was er van telefoonverkeer in het geheel geen sprake meer. Een andere beperking was dat de sateliet maar één zendantenne had, die uitsluitend op het noordelijk halfrond kon worden gericht en dus alleen transmissie tussen de twee continenten ten noorden van de equator mogelijk maakte. Tot op zekere hoogte was dit bezwaar niet zo groot, want de „Early Bird" was nog niet meervoudig toegankelijk. Hij was uitgerust met twee transponders, die onder meer dienen voor het omzetten van frequentiebanden en het opnieuw uitzenden van de signalen. In elk daarvan mocht maar één draaggolf worden gestuurd: één voor het transport van berichten van Europa naar Amerika, de andere voor de communicatie in tegenovergestelde richting.

Dat was in de tijd dat op Europese bodem nog maar vier grondstations stonden: Pleumeur Bodou in Frankrijk, Goonhilly Downs in Engeland, Raisting in West-Duitsland en Fucino in Italië. Deze stations konden nooit gelijktijdig in bedrijf zijn voor de afwikkeling van het verkeer met het Amerikaanse station Andover. Als één der drie eerstgenoemde grondstations werkte, moest een tweede gereed zijn om bij eventuele storing in te vallen; het derde station moest alle aandacht besteden aan onderhoudswerkzaamheden. Het Italiaanse station werkte in die periode met een gering verkeersaanbod. Later heeft Fucino een grotere antenne en een daarmee overeenstemmende capaciteit gekregen.

Aan de werkingssfeer van „Early Bird" waren dus duidelijk grenzen gesteld. Maar wat zijn levensduur betreft, heeft deze satelliet alle verwachtingen ruimschoots overtroffen. Men had erop gerekend dat hij gedurende achttien maanden het intercontinentale verkeer zou kunnen afwikkelen. In werkelijkheid heeft hij vrijwel zonder storingen ruim vijf jaar dienst gedaan! Ter onderscheiding van later volgende generaties commerciële communicatie-satellieten heeft men de „Early Bird" aangeduid als Intelsat-I.

In het najaar van 1965 werd aan de leverancier van de „Early Bird" — de Hughes Aircraft Company — opdracht verstrekt voor de produktie van vier exemplaren van de Intelsat-II-generatie. Qua vorm waren deze gelijk aan het voorgaande type; alleen hadden zij andere afmetingen. De diameter bedroeg 142,2 centimeter, terwijl de hoogte 67,3 centimeter mat. Dienovereenkomstig nam ook het gewicht toe tot 87,1 kilogram.

Hoewel de capaciteit gehandhaafd bleef — 240 telefooncircuits of één televisiekanaal — kon met dit nieuwe type kunstmaan toch meer worden bereikt. Dit was te danken aan het feit dat de transponders werkten met een bandbreedte van elk 126 MHz, viermaal zo groot als die van de Intelsat-I. De intelsat-II-satellieten waren voor meer grondstations gelijktijdig toegankelijk. Bovendien waren zij in staat het verkeer af te wikkelen met grondstations op het noordelijke èn het zuidelijke halfrond. Iets meer dan de helft van de totale capaciteit van dit type werd beschikbaar gehouden voor het Apollo-project van de National Aeronautic and Space Administration (NASA), die zich ook belastte met de lancering van de elkaar opvolgende satellieten.

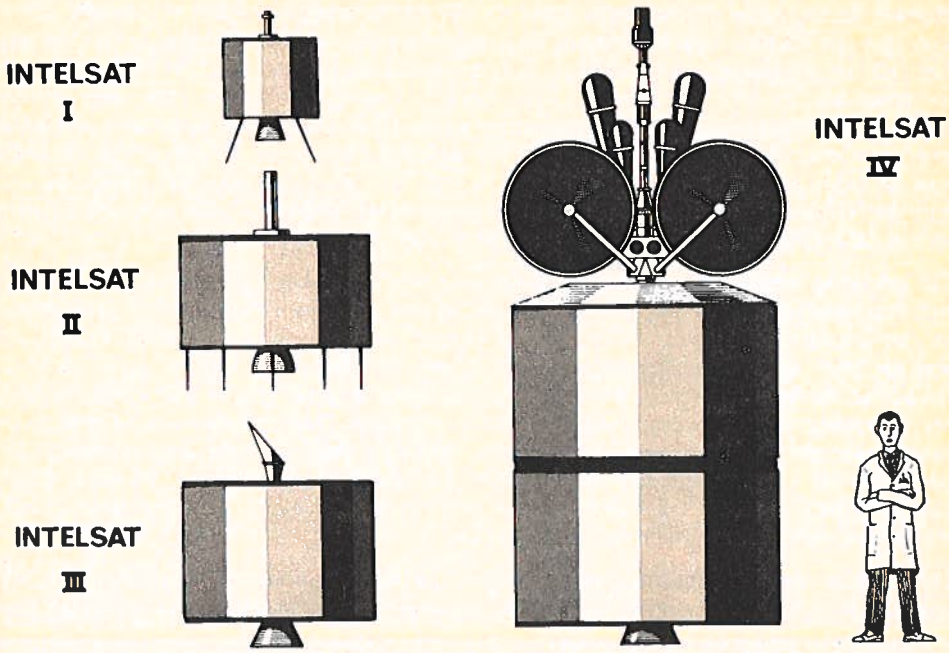
De lancering van de eerste Intelsat-II-satelliet, op 26 oktober 1966, mislukte. Maar in het daaropvolgende jaar bevonden zich drie andere satellieten conform het programma in een geostationaire baan. Twee daarvan kregen een plaats boven de Stille Oceaan en wel op 180° en 176° oosterlengte en één boven de Atlantische Oceaan op 6° westerlengte. In de loop van 1968 werd bij de leverancier nog een vijfde exemplaar besteld, ter verhoging van de bedrijfszekerheid van het systeem. Met behulp van de drie satellieten waarvan de lancering succesvol was verlopen, werden telefoongesprekken getransporteerd via grondstations in de Verenigde Staten, Italië, Spanje, Panama, Chili, Hawaï, Japan, Australië, Thailand en de Filippijnen, terwijl de drie Europese grondstations gebruik bleven maken van de Intelsat-I.

Hoe snel de ontwikkeling op het gebied van de telecommunicatie via satellieten zich ook voltrok, een de gehele wereld omvattend verkeer via dit medium was toch nog niet bereikt. Een nieuwe fase werd ingeluid toen werd besloten tot de bouw van satellieten van de derde generatie. De produktie daarvan werd toevertrouwd aan de Amerikaanse Thompson-Ramo-Wooldridge Inc., hierin bijgestaan door negen firma's uit zes andere landen. Het vermogen van dit type diende zo groot te zijn, dat 1.200 telefoongesprekken gelijktijdig konden worden overgebracht. Een deel van de beschikbare capaciteit zou echter voortdurend gereserveerd moeten blijven voor de overdracht van een televisieprogramma. Deze opzet hield verband met de toenemende frequentie van televisie-uitzendingen: in 1965 werd 40 uur in beslag genomen voor televisie-uitzendingen via satellieten; in 1969 was dit aantal gestegen tot 779 uur!

De toeneming van het aantal grondstations in tal van landen maakte het eveneens noodzakelijk communicatie-satellieten te bouwen met een aanzienlijk grotere verwerkingscapaciteit

Dit betekende dat de afmetingen van het nieuwe type moesten worden aangepast: Intelsat-III kreeg een diameter van 142 centimeter en een hoogte van 108 centimeter, terwijl het gewicht toenam tot 287 kilogram. Een onverdeeld succes is de Intelsat-III-serie echter niet geweest. Drie van de acht door de NASA gelanceerde exemplaren kwamen niet op de hun toegedachte plaats, Twee andere, die wèl in hun baan kwamen, kregen technische storingen, ten gevolge waarvan één — die aanvankelijk boven de Atlantische Oceaan was gestationeerd — vijftig procent van zijn capaciteit verloor.

Besloten werd hem — met behulp van radiografisch gecommandeerde stuurraketten — naar een plaats boven de Indische Oceaan te dirigeren, waar het verkeersaanbod minder groot is dan in overige zones van de wereld. Een andere satelliet, die boven de Atlantische Oceaan in bedrijf werd genomen, kreeg moeilijkheden met het antennesysteem waardoor het verkeer van tijd tot tijd geheel stagneerde. Deze satelliet werd derhalve op non-actief gesteld en vervangen door een in reserve gehouden exemplaar uit dezelfde serie. De satellieten bevinden zich boven de Atlantische Oceaan op respectievelijk 6° en 31° westerlengte, boven de Indische Oceaan op 62,5° oosterlengte en boven de Stille Oceaan op 176° oosterlengte.

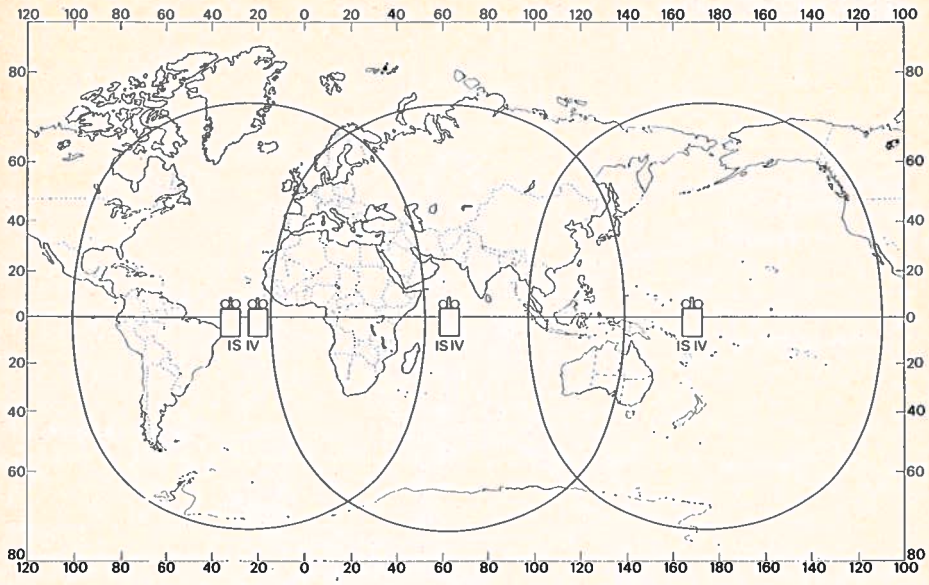


Met de ontwikkeling van nieuwe transmissiemiddelen neemt ook de groei van de verreberichtgeving toe. Dit geldt zowel voor het verkeer via oceaankabels als voor de communicatie door middel van satellieten. Deze afbeelding laat zien dat de omvang van elke nieuwe generatie satellieten groter werd en daarmee ook de verwerkingscapaciteit.

Reeds in het begin van de jaren zestig moest rekening worden gehouden met een cumulatieve groei van het internationale berichtenverkeer met ongeveer twintig procent per jaar. Vandaar dat reeds vroegtijdig maatregelen werden getroffen voor de bouw van weer een nieuw type satelliet met een aanmerkelijk groter vermogen dan zijn voorlopers. Op 26 januari 1971 werd de eerste Intelsat-IV-satelliet gelanceerd. Deze lancering werd opnieuw gerealiseerd onder de auspiciën van de Hughes Aircraft Company, ditmaal met medewerking van twaalf firma's in andere Amerikaanse, Europese en Aziatische landen.

Intelsat-IV-satellieten

De satelliet van de vierde generatie is in staat 3.000 tot 9.000 telefoongesprekken gelijktijdig van het ene naar het andere continent te transporteren. Deze capaciteit, die groter is dan die van alle voorgaande satellieten tezamen, kan eventueel ook worden gebruikt voor het relayeren van twaalf televisieprogramma's. Zijn definitieve plaats boven de Atlantische Oceaan werd vastgesteld op 24,5° westerlengte. De afmetingen van deze kunstmaan zijn vanzelfsprekend in overeenstemming met de veel grotere capaciteit: de hoogte is niet minder dan 2,82 meter (met inbegrip van de antenne 5,33 meter); de diameter van het cilindervormige lichaam bedraagt 2,44 meter en het gewicht 577 kilogram na de lancering. De levensduur van de Intelsat-IV is begroot op zeven jaar. Het elektrisch vermogen van de Intelsat-IV is belangrijk groter dan die van de satellieten der voorgaande generaties. Laatstgenoemden werkten met een krachtbron van respectievelijk 100 Watt en 86 Watt, terwijl de Intelsat-IV is uitgerust met batterijen die een



Op bovenstaande tekening is aangegeven waar op het ogenblik de Intelsat-IV-satellieten boven de equator met de aarde meedraaien. Twee daarvan bevinden zich boven de Atlantische Oceaan, één kreeg een plaats boven de Stille Oceaan en één boven de Indische Oceaan. Zij zijn in staat een groot gedeelte van het internationale telecommunicatieverkeer af te wikkelen.

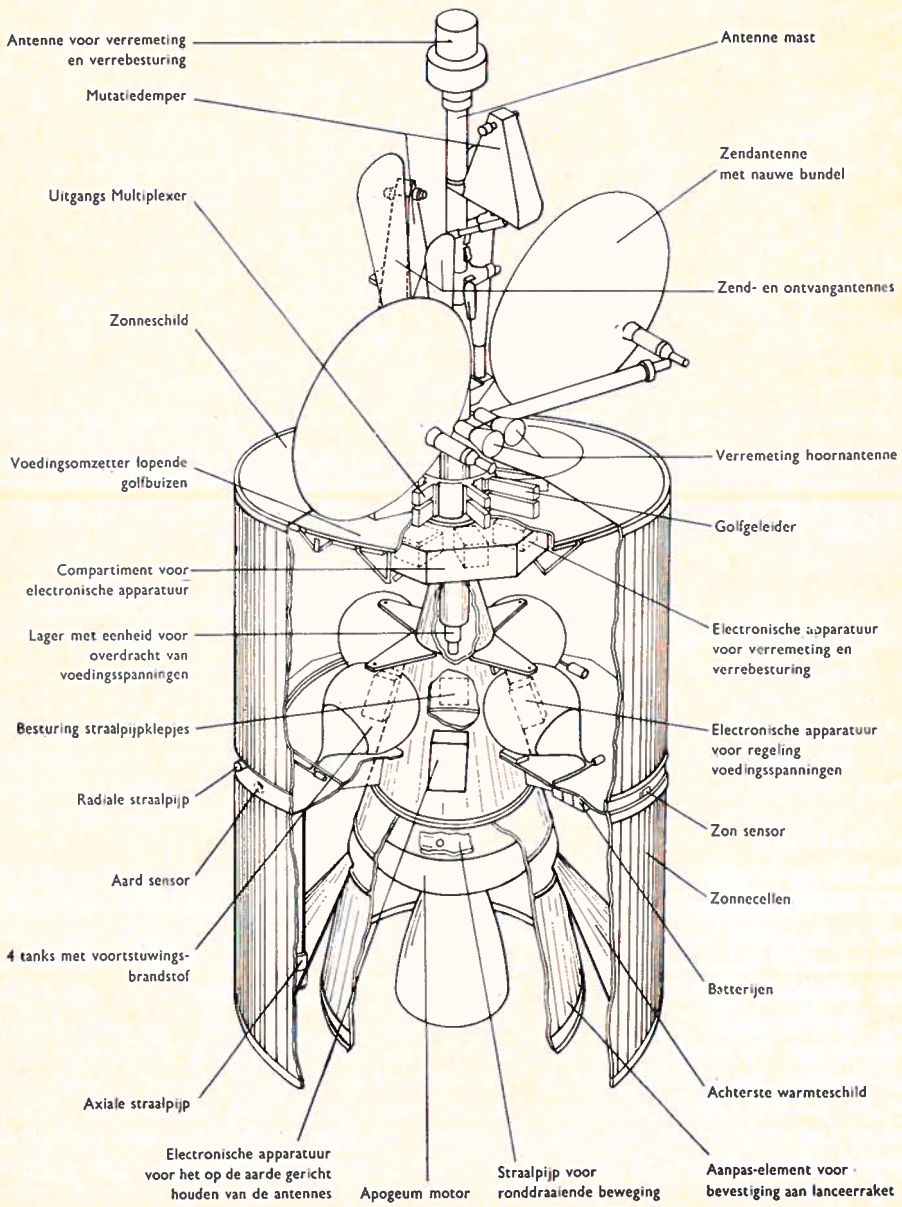
totaalvermogen van 540 Watt hebben. Deze worden gevoed door duizenden zonnecellen die zijn gemonteerd op panelen aan de buitenwand van de satelliet.

De tweede Intelsat-IV-satelliet werd gelanceerd in december 1971, Hij draait evenals de eerste Intelsat-IV met de aarde mee boven de Atlantische Oceaan. De derde werd boven de Stille Oceaan gelanceerd in januari 1972. Nummer vier kreeg in juni 1972 zijn vaste plaats boven de Indische Oceaan. Nummer 5 is de twee andere satellieten boven de Atlantische Oceaan gezelschap gaan houden. De zesde Intelsat-IV-satelliet werd in november 1974 gelanceerd en in een stationaire baan gemanoeuvreerd boven de Stille Oceaan.

Het Intelsat-IV-plan houdt de lancering in van zeven satellieten. Tegen het einde van 1974 waren 80 grondstations over de hele wereld in dienst verdeeld over 58 landen.

Ook in de minder ontwikkelde landen groeit de belangstelling voor deelneming aan het internationale berichtenverkeer via satellieten. Naarmate de economische bedrijvigheid daar toeneemt, wordt de behoefte aan dergelijke communicatiemiddelen groter. Maar nog méér betekenis hecht men in die gebieden aan de rol die met name televisie-uitzendingen via satellieten kunnen vervullen op educatief gebied. Verhoging van het kennisniveau, het opheffen van de verschillen in welstand en opleiding tussen de bewoners van het platteland en die in de stedelijke concentraties, alsmede het vertrouwd maken van de bevolking met andere culturen, zijn doeleinden die in niet geringe mate kunnen worden bevorderd door het tot stand brengen van subcontinentale samenwerking op het terrein van instructie en voorlichting via communicatie-satellieten. De Unesco (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) is reeds bezig met het bestuderen van soortgelijke projecten voor Latijns Amerika, de Arabische landen en binnenkort ook voor Afrikaanse gebieden. De Internationale Telecommunicatie-Unie zal daarbij assistentie verlenen.

INTELSAT – IV


Antenne voor verremeting en verrebesturing
Mutatiedemper
Uitgangs Multiplexer
Zonneschild
Voedingsomzetter lopende golfbuizen
Compartiment voor electronische apparatuur
Lager met eenheid voor overdracht van voedingsspanningen
Besturing straalpijpklepjes
Radiale straalpijp
Aard sensor
4 tanks met voortstuwings-brandstof
Axiale straalpijp
Electronische apparatuur voor het op de aarde gericht houden van de antennes
Apogeum motor
Straalpijp voor ronddraaiende beweging
Aanpas-element voor bevestiging aan lanceerraket
Achterste warmteschild
Batterijen
Zonnecellen
Zon sensor
Electronische apparatuur voor regeling voedingsspanningen
Electronische apparatuur voor verremeting en verrebesturing
Golfgeleider
Verremeting hoornantenne
Zend- en ontvangantennes
Zendantenne met nauwe bundel
Antenne mast

Het Nederlandse grondstation

Zoals hiervoor reeds werd vermeld, behoorde Nederland tot de eerste elf ondertekenaars van de akkoorden die ten grondslag liggen aan de stichting van het International Telecommunications Satellite Consortium. Voor de afwikkeling van een deel van het intercontinentale telefoonverkeer maakte ons land gebruik van de faciliteiten van het Westduitse grondstation te Raisting (aan de financiering waarvan het samen met België, Zwitserland en Oostenrijk heeft bijgedragen), alsmede van het Franse grondstation te Pleumeur Bodou.

Berekeningen hadden intussen uitgewezen dat, wanneer 60% van het telefoonverkeer via satellieten zou lopen en 40% via kabels, de huurkosten van faciliteiten in buitenlandse grondstations de exploitatiekosten van een eventueel Nederlands grondstation zouden overschrijden. Bovendien zou de bouw van dit station de Nederlandse industrie de gelegenheid bieden kennis en ervaring op te doen. Reeds in 1969 werd met dit ontwerp begonnen. De officiële indienststelling van het grondstation te Burum vond plaats op 12 september 1973.

Overigens werd reeds in 1963 in het researchcentrum van de PTT — het Dr. Neher-Laboratorium te Leidschendam — een begin gemaakt met verkenningen ten aanzien van de vraag, waar in Nederland een grondstation kon worden gebouwd.

De keuze van een vestigingsplaats was niet gemakkelijk. In de eerste plaats vanwege het feit dat ons grondgebied relatief klein en weinig geaccidenteerd is, maar ook omdat Nederland in de loop van de jaren vijftig de beschikking kreeg over een uitgebreid straalverbindingsnet. Vermeden diende namelijk te worden dat het verkeer via dit net van „aardse" straalverbindingen storingen zou veroorzaken in de afwikkeling van het verkeer via het grondstation en omgekeerd. Dit gevaar was niet denkbeeldig, aangezien beide vormen van telecommunicatie gebruik maken van dezelfde frequentiebanden.

Vooral die laatste omstandigheid bemoeilijkte de keuze van een vestigingsplaats voor het grondstation in hoge mate. Na tal van berekeningen en metingen werd het duidelijk dat in de nabijheid van het Lauwersmeer de situatie voor de bouw van een grondstation het gunstigst was, ofschoon ook dáár storingen van enige noordelijke trajecten van het straalverbindingsnet — althans bij handhaving van de gebruikelijke frequentiebanden — niet uitgesloten zouden zijn. Bovendien moest overleg worden gepleegd met PTT-instanties in Denemarken, West-Duitsland, België, Frankrijk en Engeland. Immers, een grondstation in de kop van Friesland zou onder ongunstige omstandigheden in ontoelaatbare mate hinder kunnen ondervinden van straalverbindingen in die landen. Nadat geëigende oplossingen waren gevonden, werd de terreinkeuze bepaald: het grondstation zou verrijzen anderhalve kilometer ten noordwesten van het dorp Burum in de Friese gemeente Kollumerland. In maart 1970 werd daar een terrein gekocht dat voldoende ruimte bood voor een hoofdgebouw (waarin de nodige apparatuur voor het grondstation kon worden ondergebracht) en waarop zes paraboolantennes zouden kunnen worden geplaatst, waarvan er voorshands één (met een diameter van 28,5 meter) zou worden gebouwd.

Intussen had een werkgroep, waarin behalve deskundigen van de PTT ook vertegenwoordigers van de Technische Hogescholen te Delft en Eindhoven en enige in de constructie van een grondstation geïnteresseerde nationale industrieën deel uitmaakten, aan de regering gerapporteerd over de verschillende aspecten van dit grote project. In het begin werd overwogen aan het grondstation een experimenteel karakter te geven, maar overeenkomstig de wens van de PTT werd besloten direct over te gaan tot de bouw van een operationeel station.

Met de eerste paraboolantenne zal het verkeer via Intelsat-IV boven de Atlantische Oceaan — in het bijzonder dus met de landen op het Amerikaanse continent — worden afgewikkeld. Aanvankelijk zal het daarbij gaan om telefoongesprekken en telexberichten. Wellicht zal in een later stadium apparatuur voor het relayeren van televisieprogramma's worden ingebouwd. Verwacht wordt dat het station ook zal worden gebruikt voor „datatransmissie", d.i. de overdracht van gegevens voor informatieverwerkende apparatuur.

Het ligt in het voornemen op een later tijdstip te Burum een tweede antenne te plaatsen. Deze zal worden gericht op de Intelsat-satelliet die boven de Indische Oceaan is „opgehangen", via welke satelliet contact kan worden onderhouden met landen op het oostelijk halfrond. Beide antennes blijven door automatisch werkende apparatuur voortdurend met grote precisie gericht op de satellieten waarmee de communicatie met andere continenten wordt verzorgd. Voor het geval dit automatisch volgsysteem — dat functioneert met behulp van een door de satelliet uitgezonden bakensignaal — verstek zou laten gaan, kan de antenne door middel van een computer of met de hand worden bijgestuurd. Overigens is het interessant te weten dat de paraboolantennes in de regel kunnen worden gericht op elke stationaire satelliet, voor zover deze zich binnen het „gezichtsveld" van het grondstation bevindt.

De te transporteren telefoongesprekken en andere vormen van verkeer worden over het landelijke kabelnet naar het grondstation gevoerd. In dit opzicht is er geen verschil met het transport van gesprekken via oceaankabels worden geleid; ook dèze bereiken via het binnenlandse kabelnet en eventueel over buitenlandse landkabels de kust, waar zij hun weg vervolgen langs diepzeekabels. Toch is er een belangrijk verschil tussen de twee transmissiemedia. In de zeekabels zijn op bepaalde afstanden versterkers opgenomen, waardoor de verstaanbaarheid van het gesproken woord in beide richtingen verzekerd blijft. Dat dit bij het satellietverkeer niet mogelijk is, ligt voor de hand. Bij deze vorm van verkeersafwikkeling worden de bundels telefoongesprekken door de paraboolantenne van het grondstation versterkt uitgestraald naar de satelliet over een afstand van ruim 39.000 kilometer.

Dat de signaalsterkte — ondanks het grote zendvermogen en de grote antenne van het grondstation, die de zendenergie in een zeer nauwe bundel uitstraalt — ter plaatse van de satelliet gering is, spreekt vanzelf. Een satelliet is echter een actief relaisstation, dat de van het grondstation afkomstige signalen opnieuw versterkt uitzendt naar het ontvangende grondstation aan de overzijde van de Oceaan, zij het in een lagere frequentie band. De daarvoor benodigde elektrische energie wordt bij de Intelsat-IV — evenals bij de vorige Intelsat-satellieten — geleverd door zonnecellen, waarmee een groot gedeelte van de buitenwand is bekleed.

Niettemin zijn de signalen, vanwege het beperkte vermogen van de satelliet, bij aankomst in het ontvangende grondstation zeer zwak. Daaraan wordt echter tegemoetgekomen door toepassing van een ruisarme voorversterker als ontvanger-ingang. Daarmee wordt bereikt dat de verstaanbaarheid van het gesproken woord voldoet aan de internationaal vastgestelde normen. Een bijzonderheid van de ruisarme voorversterker is, dat deze tot 256 graden onder het vriespunt wordt gekoeld.

Speciale aandacht is geschonken aan de bedrijfszekerheid van het grondstation te Burum. Storingen in de werking van de apparatuur zullen tot het uiterste worden beperkt. Bij het eventueel uitvallen van de netspanning zorgt een combinatie van een wisselstroom- en een gelijkstroommachine, in samenwerking met een accubatterij, voor een ononderbroken stroomvoorziening. Bovendien is een dieselaggregaat aanwezig, dat bij het uitvallen van de netspanning automatisch wordt gestart; dit aggregaat neemt dan de stroomvoorziening over. Verder is vrijwel de gehele elektronische apparatuur in duplo uitgevoerd; in geval van storing in de keten wordt onmiddellijk overgeschakeld.

Pulstechniek

ing. B. Kleboom

(Vervolg van blz. 51)

4.3. Parallelafkapper

4.3.1. Negatieve parallelafkapper

Tijdens de positieve halve periode van een sinusvormige wisselstroom is de kathode positief ten opzichte van de anode, waardoor de diode *niet* geleidt.
De diode zal zich als het ware gedragen als een open contact en dus beschouwd worden als niet aanwezig te zijn.
Wanneer op de punten x-y niets wordt aangesloten, dan staat tussen deze uitgangspunten dezelfde spanning als tussen de ingangspunten A-B (figuur 15).

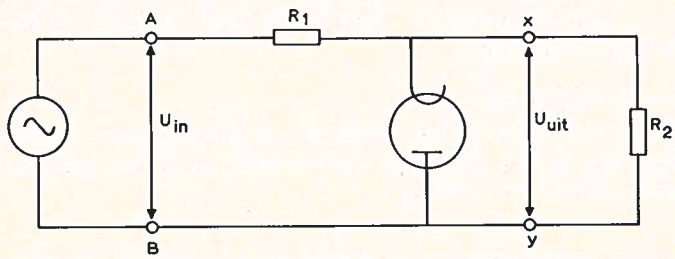


FIG.15

Er zal over de weerstand R1 geen spanning staan, omdat er door deze schakeling geen stroom loopt.
Tot nu toe hebben we bij de afkapschakelingen geen rekening gehouden met een eventuele belastingsweerstand aan de uitgang.
Is in ons voorbeeld van figuur 15 de weerstand $R_1 = 1$ Mohm en de weerstad R_2 eveneens 1 Mohm, dan zal op elk moment gedurende de positieve halve periode de helft van de ingangsspanning over de weerstand R_1 staan en de andere helft over de belastingsweerstand R_2.

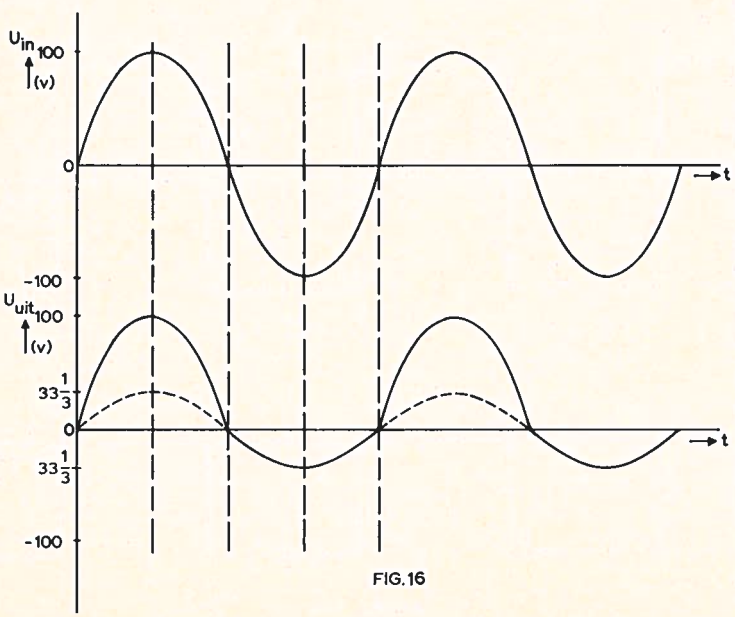


FIG.16

Indien echter de weerstand R_2 = 0,5 Mohm, dan is de spanning over R_1 2/3 van de ingangsspanning en R_2 is 1/3 van de ingangsspanning (figuur 16).

De uitgangsspanning is in dit geval dus 1/3 deel van de ingangsspanning. Hieruit blijkt, dat de uitgangsspanning groter wordt naarmate R_2 groter is ten opzichte van R_1 ofwel de uitgang gaat de ingang meer volgen. Teneinde de verhouding $R_1 : R_2$ gunstiger te maken mogen we R_1 niet gaan verkleinen, want R_1 moet tijdens de negatieve helft van de periode van U_{in} juist zeer groot zijn ten opzichte van de weerstand van de dan geleidende diode met daaraan parallel R_2.

Is dit niet het geval, dan zal een te groot deel van de negatieve halve periode aan de uitgang verschijnen, hetgeen zeker niet de bedoeling van deze schakeling is. Zie hiertoe het negatieve deel van het onderste gedeelte in figuur 16.

De waarden die in de praktijk worden gebruikt zullen daarom altijd een compromis zijn. We zullen — nu hierop gewezen is — verder niet meer op deze onvolkomenheden van de afkapschakeling terugkomen.

4.3.2. Positieve parallelafkapper

Met de schakeling uit figuur 17 kan positieve afkapping worden verkregen.
Als ingangsspanning is deze keer geen sinusvormige, maar een blokspanning gekozen die variëert tussen +100 V en –100 V.

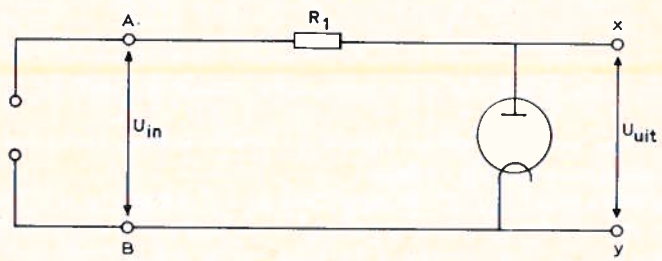


FIG.17

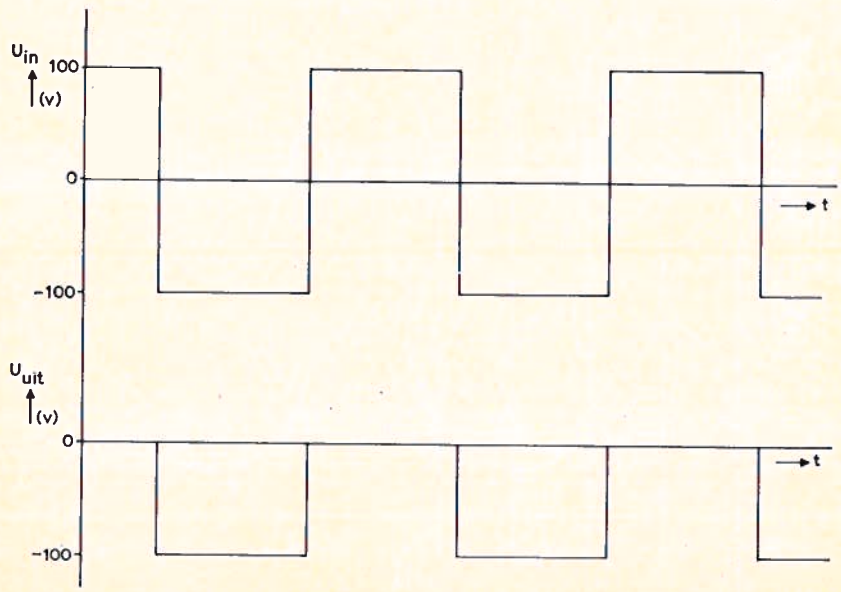


FIG.18

Gedurende de positieve halve periode is de anode positief ten opzichte van de kathode, zodat de diode gedurende deze tijd geleidt en als een kortsluiting kan worden beschouwd. De gehele ingangsspanning valt dan over de weerstand R_1 en verschijnt er niets tussen de punten x en y.

Tijdens de negatieve halve periode is de anode negatief ten opzichte van de kathode, zodat de diode gedurende deze *tijd* blokkeert en als een open contact kan worden beschouwd.

Als we de belasting niet in rekening brengen, zal de gehele negatieve helft van deze blokspanning aan de uitgang tussen de punten x en y verschijnen.

4.3.2. Gedeeltelijke negatieve parallelafkapping

De schakeling getekend in figuur 19, met daarin opgenomen een batterij, is in staat een deel van de negatieve halve periode van een wisselspanning af te kappen.

Dit deel hangt af van de voorspanning, die door de batterij aan de diode wordt gegeven.

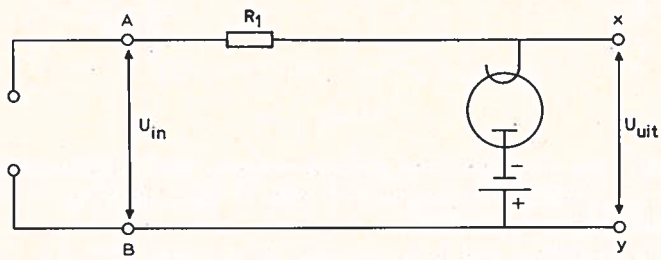


FIG.19

De voorspanning van de diode is zo gericht, dat de diode slechts geleidt als gedurende de negatieve halve periode de ingangsspanning groter wordt dan 30V. Zouden we een andere voorspanning hebben gekozen, dan geldt deze spanning als grenswaarde voor het al of niet geleiden van de diode.

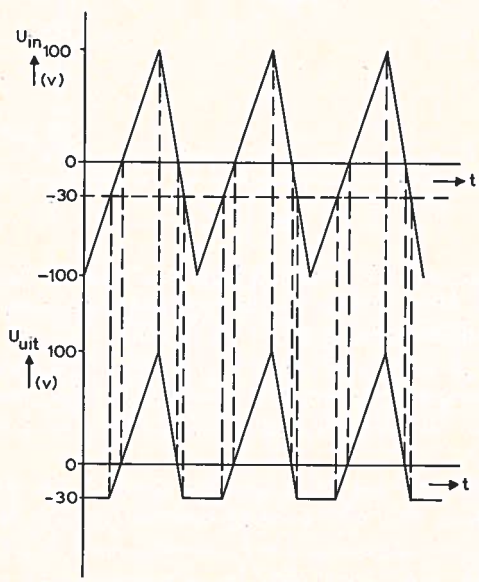


FIG. 20

Teneinde weer eens een andere soort spanning te nemen is als ingangsspanning een niet symmetrische zaagtandvormige spanning gekozen, welke van +100V tot –100V variëert.

Aan de hand van enkele momentopnamen zullen we de werking verklaren. We kiezen hiertoe drie punten in de figuur van de zaagtand (figuur 20). Het eerste moment kiezen we als de zaagtandspanning maximaal is nl. +100V.

Het tweede moment kiezen we als de zaagtandspanning de lijn van –30V passeert van +100V naar –100V.

Het derde moment kiezen we als de zaagtand minimaal is nl. –100V.

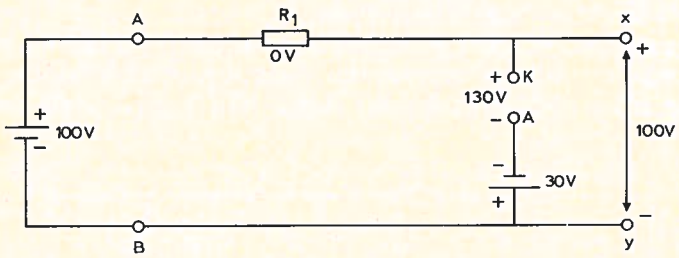


FIG 21

Figuur 21 komt overeen met het eerst gekozen moment, als de ingansspanning +100V is. Hierbij is punt A positief ten opzichte van punt B. Deze spanning van 100V staat in serie met de batterijspanning van 30V.

De diode zal niet geleiden en is te beschouwen als een open schakelaar, zodat de gehele werkzame spanning van 100V + 30 V = 130V over de diode zal vallen. De uitgangsspanning is echter toch maar 100V, omdat deze het verschil is tussen de voorspanning en de spanning over de diode.

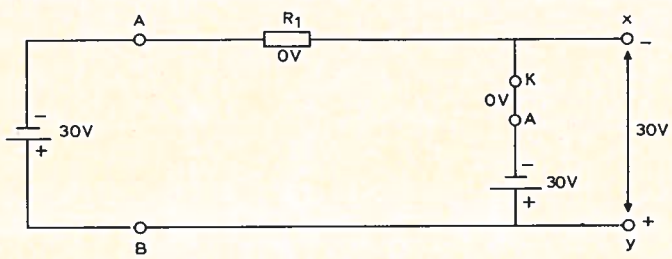


FIG 22

Figuur 22 komt overeen met het tweede gekozen moment als de spanning –30V is. Gedurende de negatieve halve periode van de zaagtandspanning zal de diode pas geleiden wanneer punt A 30V negatief is ten opzichte van punt B.

Op dat moment is de spanning van de batterij in evenwicht met de ingangsspanning. De spanningen zijn tegengesteld, zodat over R_1 geen spanning staat, dat wil zeggen 0V is. Aan de uitgang staat dan een spanning van 30V met punt x als negatief en punt y als positief potentiaal.

Figuur 23 komt overeen met het derde gekozen moment, als de spanning –100V is. Eigenlijk geldt deze figuur voor alle spanningswaarden beneden de spanning van –30V. Het enige verschil is, dat de spanning over R_1 variëert van 0V tot 70V. In ons gekozen geval is dit de maximale waarde van 70V. De uitgangsspanning is en blijft 30V.

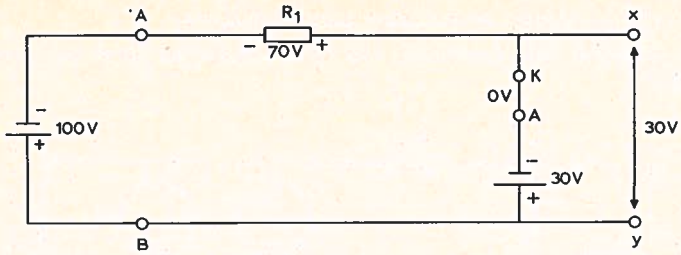


FIG. 23

4.3.3. Gedeeltelijke positieve parallelafkapping.

In figuur 24 is een schakeling getekend waarmee gedeeltelijke positieve afkapping kan worden verkregen. Dit komt doordat de diode weer een zodanige voorspanning heeft, dat deze zal geleiden als het punt A ten opzichte van punt B tenminste 30V positief is geworden.

De diode kan dan als een kortsluiting worden beschouwd, zodat de uitgangsspanning gelijk zal zijn aan de voorspanning van 30V.

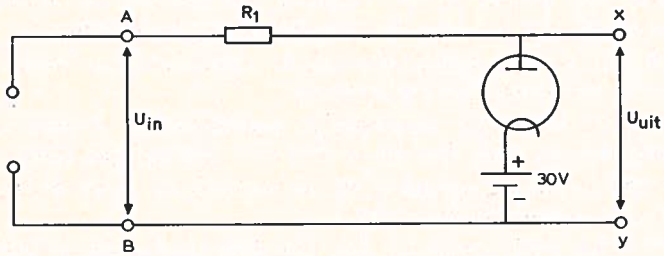


FIG. 24

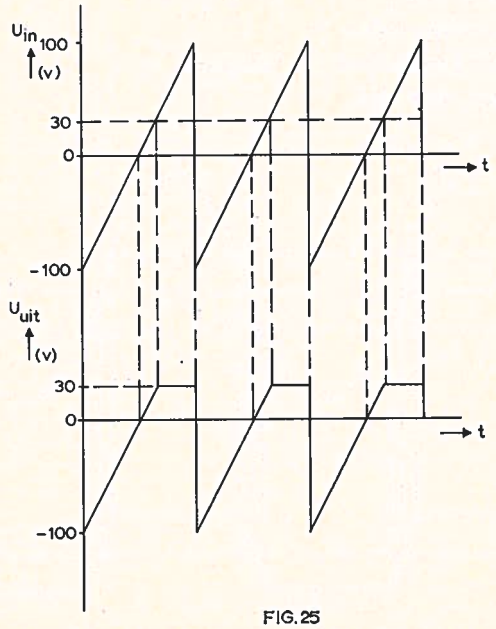


FIG. 25

De verklaring is weer analoog aan die van de schakeling met negatieve parallelafkapping — hiervoor behandeld — zodat hier niet verder op in zal worden gegaan.

4.3.4. Gedeeltelijke positieve- en negatieve parallelafkapping

Figuur 26 is eigenlijk een combinatie van de schakelingen hiervoor behandeld onder 4.3.2. en 4.3.3.

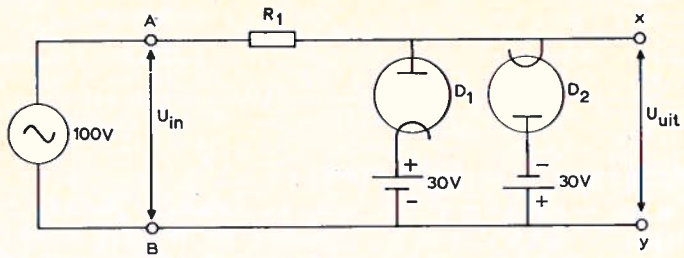


FIG.26

Het resultaat is, dat er zowel gedeeltelijke positieve- als gedeeltelijke nagtieve afkapping optreedt.

Zolang A tussen 30V positief en 30V negatief ten opzichte van B blijft zullen de diodes niet kunnen geleiden vanwege hun respectievelijke voorspanningen.

Tussen deze grenzen zal de uitgangsspanning de ingangsspanning volgen. Buiten deze grenzen treden de reeds vermelde afkappingen op.

Op deze wijze is de aangelegde sinusvormige wisselspanning vervormd tot weliswaar geen ideale blokspanning, maar iets dat er toch wel sterk op gaat lijken.

In figuur 27 lijkt de ingangsspanning bij de nuldoorgang recht, zodat de uitgangsspanning bij de nuldoorgang ook recht lijkt.

Zouden we dit stukje sterk vergroten, dan zijn deze nuldoorgangen niet recht, maar gebogen in de vorm van de sinus.

U_{uit} is dus geen blokspanning, omdat:

a. de nuldoorgangen niet precies verticaal verlopen;

b. de nuldoorgangen niet recht zijn.

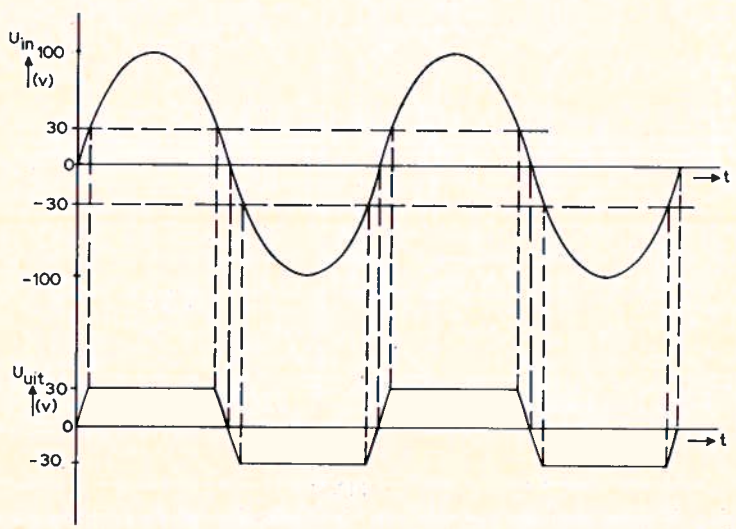


FIG.27

4.3.5. Afkapping met behulp van een triode

Om een sinusvormige wisselspanning te veranderen in een blokspanning met redelijk steile flanken kan gebruik worden gemaakt van de versterkende werking van een triode-buisschakeling. Zie figuur 28.

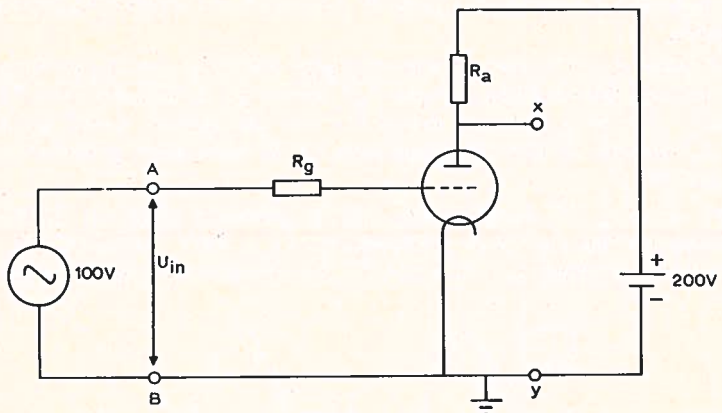


FIG.28

Ook kunnen met deze schakeling de flanken van reeds bestaande blokspanningen steiler worden gemaakt.

Een schakeling waarmee dit kan worden bereikt is in principevorm in figuur 28 weergegeven. Voor enkele praktische waarden kunnen we voor R_a invullen 36 kohm en R_g 1 Mohm.

We zullen eerst nagaan hoe de roosterspanning U_g verloopt gedurende een volledige periode van de ingangswisselspanning, waarvan de amplitude 100V is.

Hiertoe beschouwen eerst de roosterketen, welke bestaat uit de wisselspanningsbron - roosterlekweerstand R_g - roosterkathode - kathode-aansluiting naar de wisselspanningsbron. Zie figuur 29.

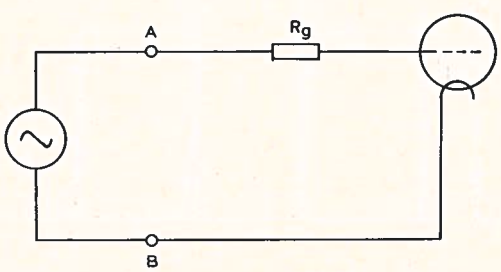


FIG.29

We merken hierbij op, dat deze schakeling en de verklaring waaruit blijkt, dat van de ingangsspanning slechts de negatieve halve perioden tussen rooster en kathode verschijnen, volkomen gelijk zijn aan die van een afkapschakeling voor positieve afkapping met behulp van een paralleldiode (figuur 17).

Het rooster van de triode is te beschouwen als de anode van de diode uit figuur 17.

Wanneer het rooster van een triode positief wordt ten opzichte van de kathode vindt er geleiding plaats tussen rooster en kathode, zodat er roosterstroom gaat vloeien.

Tijdens de positieve halve periode van U_{in} vindt dit dus plaats en U_{in} komt praktisch geheel over de begrenzingsweerstand R_g van 1 Mohm te staan als we de weerstand tussen rooster en kathode verwaarlozen ten opzichte van de waarde van R_g.

Het rooster is dus nul volt tijdens de positieve halve periode van U_{in}.

Is punt A negatief ten opzichte van punt B, dan is ook het rooster negatief ten opzichte van de kathode.

Er loopt dan geen roosterstroom, er staat dus geen spanning over R_g en de gehele negatieve halve periode zal verschijnen tussen het rooster en de kathode. Het lijkt nu of de *positieve helft* van de aangeboden sinusvorm *niet* doorgelaten wordt en de *negatieve helft wel*. Zie hiertoe de bovenste sinusvorm en de daaronder getekende halve sinusvorm in figuur 30.

Wanneer we nu de I_a - U_a karakteristiek van de gebruikte triode als recht beschouwen en tevens aannemen, dat $\mu = 20$, de spanningsbron $U_a = 200V$ is (fig. 28), $R_a = 36$ kohm en de dynamische steilheid $S_d = 0{,}5$ mA/V, dan kunnen we hieruit opmaken, dat de

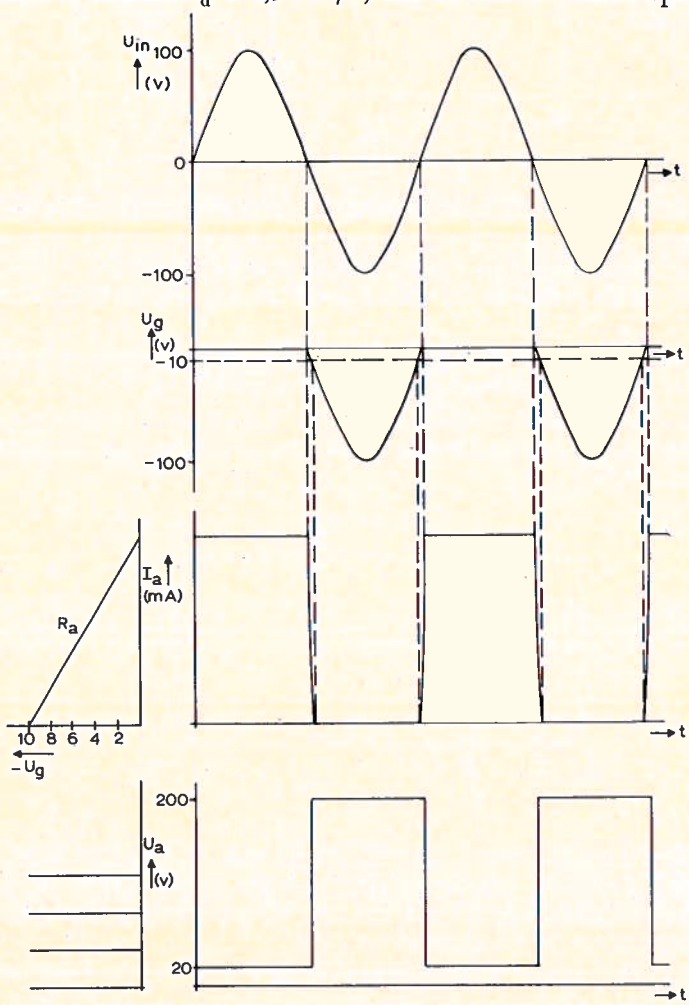


FIG. 30

roosterruimte gelijk is aan U_B gedeeld door μ ofwel 200 gedeeld door 20 geeft 10 volt en dat I_a bij $U_g = 0V$ gelijk is aan $S_d \times$ roosterruimte $= 0{,}5 \times 10 = 5$ mA.

De stuurroosterspanning variëert tussen 0 en –100V, doch er loopt slechts anodestroom wanneer het rooster een spanning heeft, welke ligt tussen 0V en –10V (figuur 30).

Alleen dat deel van U_{in}, dat ligt tussen 0V en –10V bepaalt dus het verloop van de anodestroom.

De anodestroom variëert dus tussen 5 mA en 0 mA.

Hieruit kan het verloop van de anodespanning opgemaakt worden.

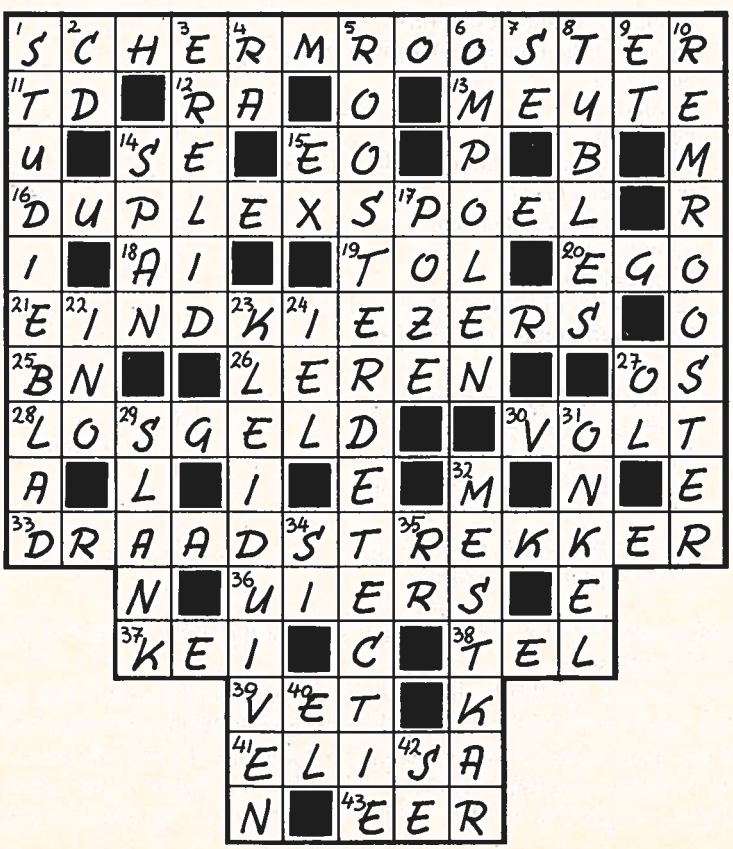
Bij $U_g = 0V$ vloeit er 5 mA, zodat de spanningsval over R_a $5 \times 36 = 180V$ is, terwijl U_a dan $200V - 180V = 20V$ is.

De anodespanning variëert dus tussen 20 V en 200V.

Bij deze schakeling vinden twee soorten van begrenzing plaats, nl. tengevolge van het laten vloeien van roosterstroom en tengevolge van het afknijpen van de buisstroom. De flanken van de blokspanning aan de anode van de buis zijn geïdealiseerd. In werkelijkheid is dit natuurlijk niet zo, omdat de stuurroosterspanning niet tijdloos van 0V naar –10V verandert.

(wordt vervolgd)

Oplossing februaripuzzel


1 S 2 C H 3 E 4 R M 5 R O 6 O 7 S 8 T 9 E 10 R
11 T D 12 R A O 13 M E U T E
U 14 S E 15 E O P B M
16 D U P L E X S 17 P O E L R
I 18 A I 19 T O L 20 E G O
21 E 22 I N D 23 K 24 I E Z E R S O
25 B N 26 L E R E N 27 O S
28 L O 29 S G E L D 30 V 31 O L T
A L I E 32 M N E
33 D R A A D 34 S T 35 R E K K E R
N 36 U I E R S E
37 K E I C 38 T E L
39 V 40 E T K
41 E L I 42 S A
N 43 E E R

Demonstratiemodel semi-elektronisch telefoonsysteem PRX

ing. P. A. de Boer

Dat de in ons land toegepaste reeks automatische telefoonsystemen sedert enige tijd met een in opzet geheel nieuw systeem is uitgebreid zal bij de meeste technische PTT-ers niet onbekend zijn. Ook in het PTT-Studieblad werd hierover gepubliceerd: in de nummers 4 en 5 van 1973 verscheen van de hand van de heer S. C. Klopstra een artikel over deze materie.

Uiteraard ligt het hier niet in de bedoeling dit te gaan herhalen. Veeleer worden nu aan de hand van een nieuwe aanwinst, opgesteld in de Studiecollectie van het Postmuseum, de kenmerkende eigenschappen van het PRX-systeem visueel toegelicht. In figuur 1 is een door het DNL ontworpen en vervaardigd demonstratiemodel afgebeeld.

De voet van de opstelling bevat de elektronische schakelprinten, alsmede een vitrineruimte. In deze ruimte bevinden zich enkele typische onderdelen uit een echte PRX-automaat, nl. twee printplaten met reedrelais en elektronische componenten. Tevens een overzicht van de benodigde onderdelen waaruit een reedrelais bestaat.

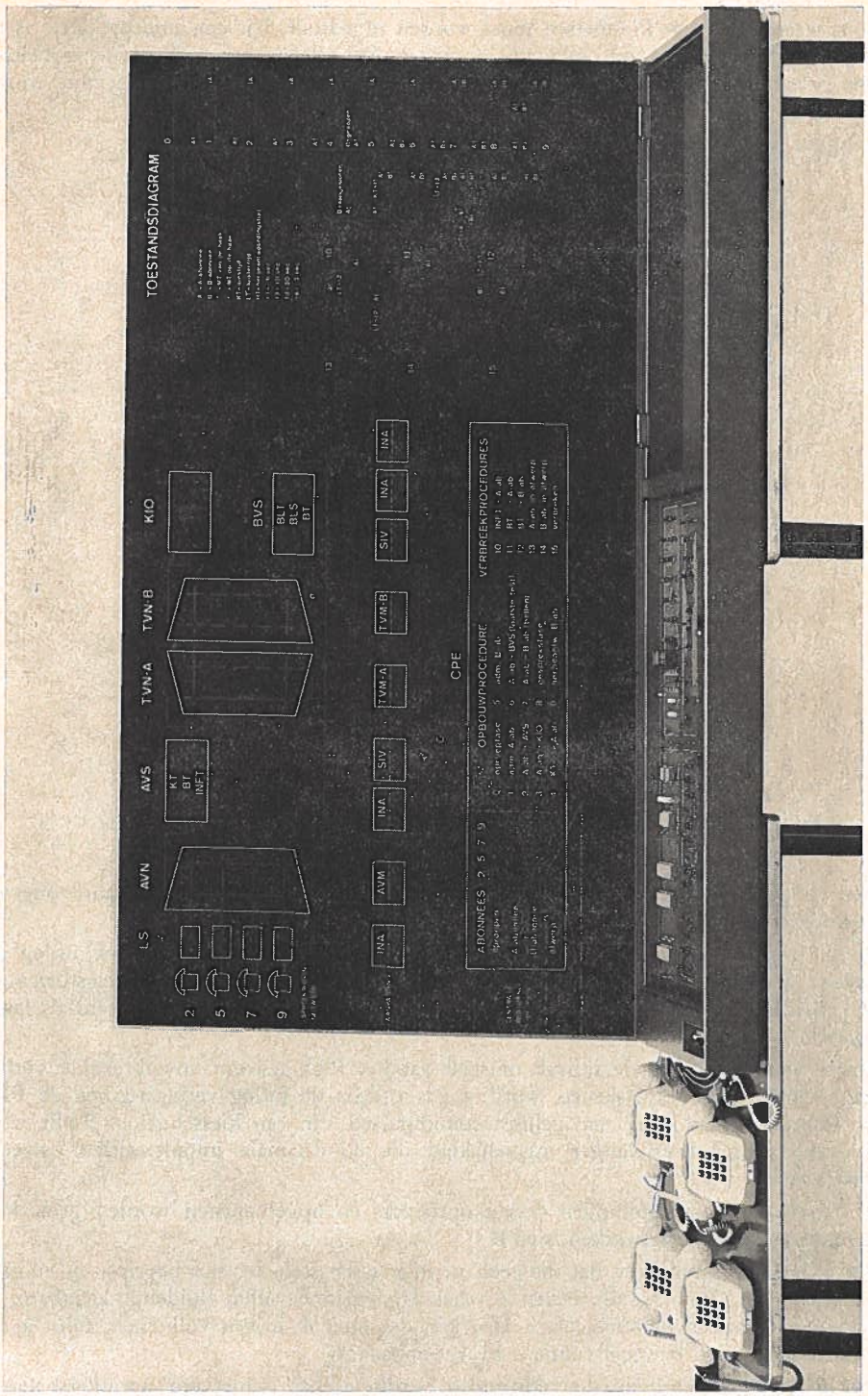
De opstelling is toegerust met 4 toestellen, voorzien van toondruktoetseenheden. Het verticale demonstratiebord (met blindschema) is voorzien van afgekorte benamingen; deze worden hieronder in alfabetische volgorde verklaard:

AVN	abonnee verbindingsnetwerk	Spreekwegennetwerk
AVS	verbindingsstroomloop A-zijde (oproeper)	
BLS	belstroom	
BLT	beltoon	
BT	bezettoon	
BVS	verbindingsstroomloop B-zijde (opgeroepene)	
INFT	informatietoon	
KIO	kiesinformatie-ontvanger	
KT	kiestoon	
LS	lijnstroomloop	
TVN-A	tussenverbindingsnetwerk A-zijde	
TVN-B	tussenverbindingsnetwerk B-zijde	
AVM	abonnee verbindingsmerker	Aanpassing
INA	informatie aftaster	
SIV	signaalverdeler	
TVM-A	tussenverbindingsmerker A-zijde	
TVM-B	tussenverbindingsmerker B-zijde	Centrale besturing
CPE	centrale processor eenheid	

Door de informatie aftaster INA worden de 4 aangesloten toestellen (kiesnummers 2-5-7-9) continue afgetast.

In een echte centrale geschiedt dit aftasten met een snelheid van 100 nummers per seconde; het totale toestelbestand wordt hiertoe in een aantal groepen verdeeld.

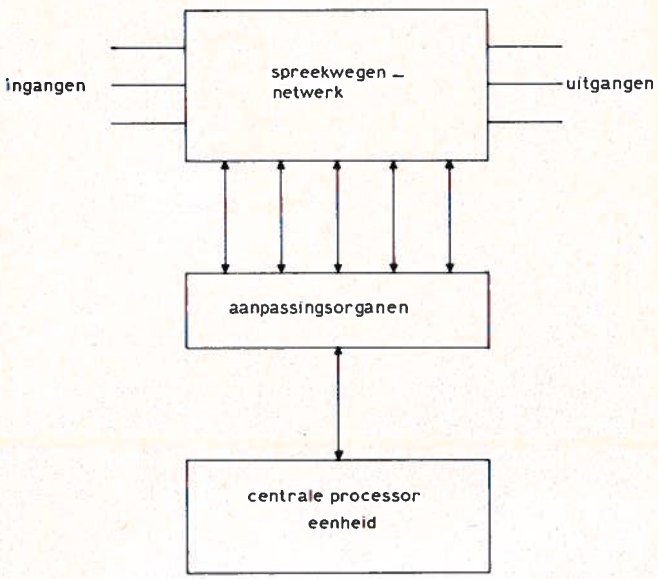
Wordt bij het demonstratiemodel van één der toestellen 2-5-7-9 de hoorn opgenomen dan zal de Centrale Processor Eenheid (zie tekst op figuur 1)de opbouwprocedure starten volgens de punten nul t/m acht. De A-abonnee ,oproeper) hoort dan kies-



Figuur 1. Vooraanzicht demonstratiemodel PRX-systeem.

toon, waarna een der kiestoetsen moet worden ingedrukt. Uit een luidsprekertje is dan de hierbij behorende tooncombinatie hoorbaar. Vervolgens hoort de oproeper beltoon. Ook bezettoon en informatietoon — bij verkeerd kiezen — kunnen ten gehore worden gebracht.

In figuur 2 is het blokschema van het PRX-systeem aangegeven.



blokschema PRX_systeem

FIG. 2

Een volledige demonstratie, die door PTT-technici wordt gegeven, duurt ongeveer 30 minuten.

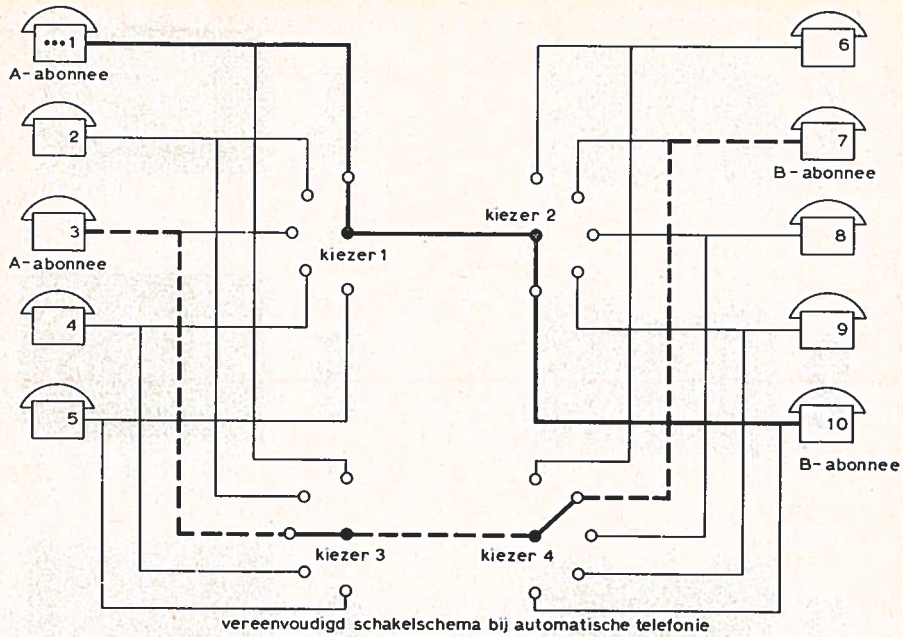
Hierbij moet worden opgemerkt dat in de technische studiecollecte ook uitleg kan worden gegeven van de overige in Nederland in gebruik zijnde telefoniesystemen van Bell, Ericsson, Philips, Siemens enz. In het algemeen wordt het PRX-systeem als laatste behandeld.

Om te voorkomen dat de indruk ontstaat dat het PRX-systeem onverbrekelijk verbonden is met toondruktoetskeuze, wordt reeds tijdens de uitleg verklaard hoe de PRX-processor ook raad weet met gelijkstroomimpulsen van een kiesschijftoestel. Er wordt dan een kiesimpuls-ontvanger ingeschakeld die de decimale impulsreeksen omzet in binaire code.

De feitelijke doorverbindingen tussen oproepers en opgeroepenen worden gemaakt in de tussenverbindingsnetwerken A en B.

Het blijkt steeds opnieuw dat dit geen geringe eisen stelt aan het begrips- en voorstellingsvermogen. Immers alle bekende schakelsystemen bevatten duidelijk zichtbare, beweeglijke draai- en hefschakelaars. Hoe kan dat nu ook in een volkomen statische toestand, waarbij niets beweegt (althans waarneembaar?).

Om dit probleem enigszins bevredigend te verduidelijken is hiervoor een uiterst vereenvoudigde voorstelling afgebeeld in figuur 3.



vereenvoudigd schakelschema bij automatische telefonie
(van de 10 abonnees kunnen er tegelijk 4 spreken)

FIG. 3

Links zien wij 5 toestellen van abonnees en rechts idem.

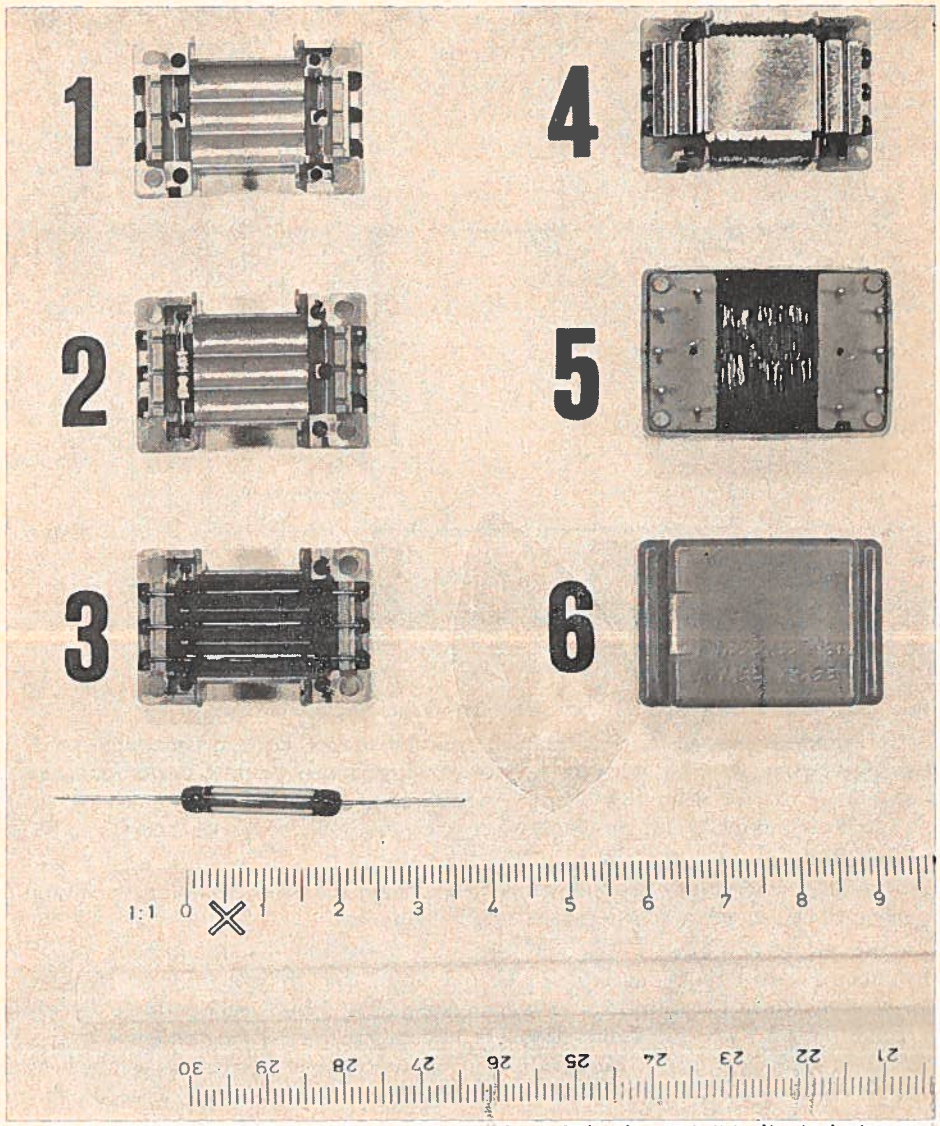
In werkelijkheid bestaan er eigenlijk geen verschillen; we noemen een oproeper A en een opgeroepene B, maar wanneer het tot stand gekomen gesprek beëindigd is keren beiden terug naar de neutrale toestand. Anders gezegd, wanneer één abonnee zijn hoorn van de haak neemt is hij A-abonnee, en zijn alle overige (voor hem!) potentiële B-abonnees.

De centrale „ziet" altijd een zeker aantal A-abonnees die een verbinding opbouwen of opgebouwd hebben met een evengroot aantal B-abonnees.

De voorstelling in figuur 3 van links en rechts 5 toestellen is dus in feite fictief en uitsluitend bedoeld als verklaring van het probleem. Dat de verbindingen enkeldraads zijn getekend en niet tweedraads, zoals in werkelijkheid, dient eveneens de duidelijkheid. In figuur 3 zijn twee tot stand gebrachte verbindingen getekend: abonnee 1 spreekt met 10 en abonnee 3 met 7. Méér verbindingen kunnen niet worden opgebouwd. In de praktijk blijkt dit percentage van 40 (4 van de 10) meestal voldoende. Een 3e opbouwmogelijkheid zou 2 kiezers meer kosten; deze dienen dan parallel aan kiezer 3 en 4 te worden geschakeld enz.

Hoe wordt nu dit (sterk vereenvoudigde) principe toegepast in het PRX-systeem? Inplaats van de constructief altijd nogal forse mechanische schakelaars worden uiterst kleine, met geringe bekrachtigingsstroom werkende „reed" relais gebruikt, zie afb. 4. Deze mini-relais zijn voor deze doeleinden speciaal ontwikkeld; een der voordelen is de practisch zeer lange levensduur, zonder onderhoud. De stroomdoorgang van de contacten is gering en doordat de contacten zich in een luchtledige ruimte bevinden treedt geen oxydatie op. Alle problemen van contactvervuiling e.d. zijn daardoor opgelost. Laten we nu eens iets anders voorstellen en de kiezers 1-2-3-4 vervangen door elk 5 relais (vanuit het draaipunt naar de contacten, zie figuur 5).

Nu blijft nog de vraag over: hoe worden de reedrelais bestuurd?

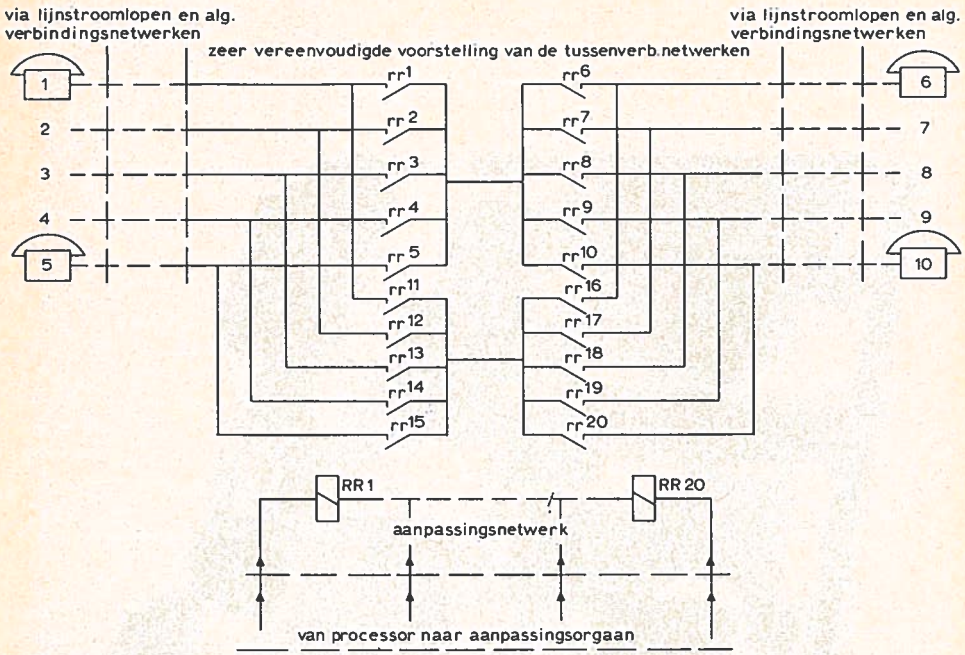


Vergroting van een reedrelais. Het engelse woord „reed" betekent "riet" in die zin dat het contactveertje door zijn geringe massa snel kan bewegen.

Het samenstellen van een reed-relais (PTI). 1. geperst kunststof huis. 2. weerstand aanbrengen. 3. reed-contacten aanbrengen (3 stuks). 4. wikkelen en plaatsen juk voor het magnetisch circuit. 5. afdekkap aanbrengen en afgieten. 6. compleet reed-relais.

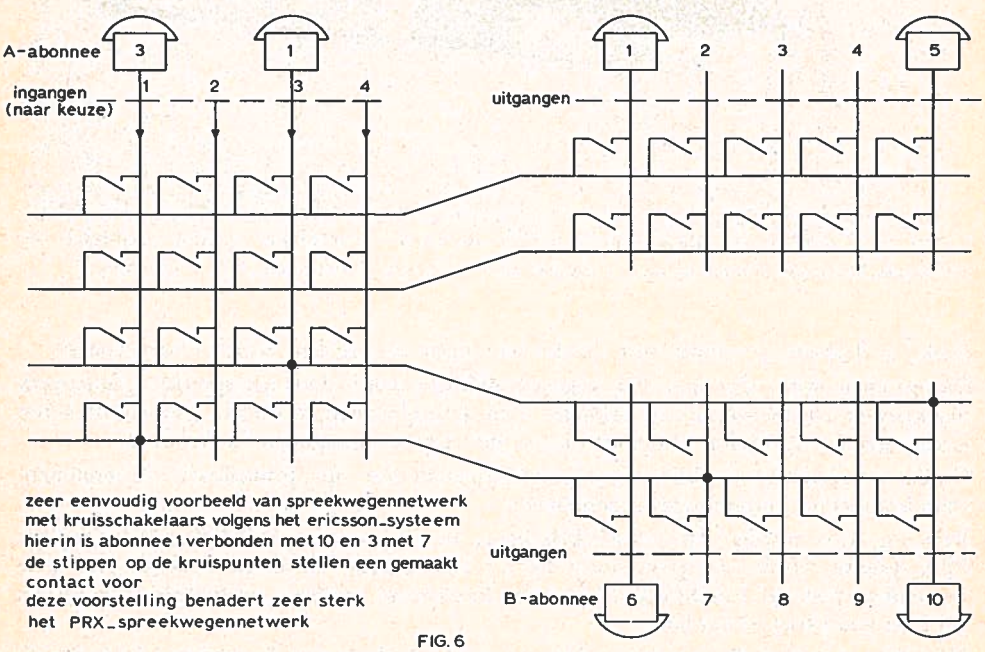
Daarvoor wordt aan de lezers nog eens de naam van het systeem genoemd: *P*rocessor *R*eed *EX*change.

De geprogrammeerde computer (ander woord is processor) zoekt aan de hand van de kiesimpulsen (of toonfrequenties) van de A-abonnees de kortste weg naar de gewenste B-abonnee, waarbij gebruik makend van de informatie aftaster INA. Hoe dit precies



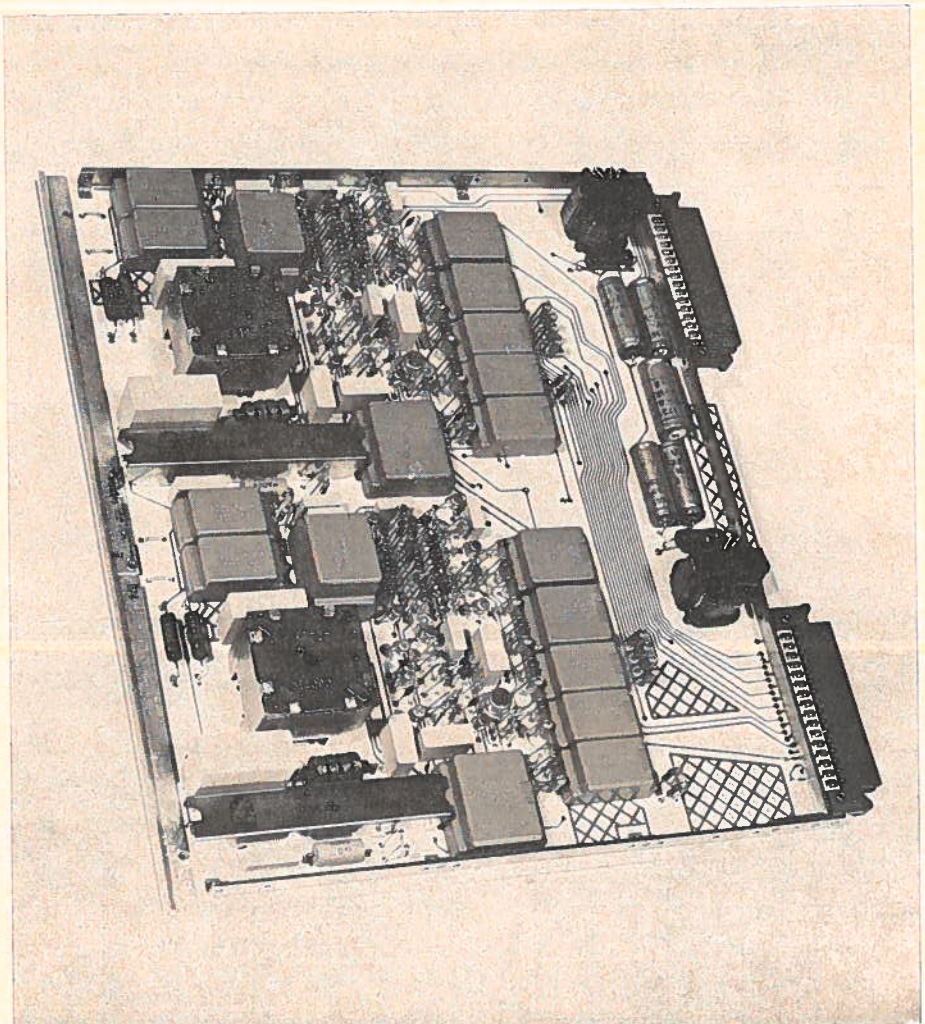
draaischakelaars uit fig. 3 vervangen door reedrelaiscontacten

FIG. 5



zeer eenvoudig voorbeeld van spreekwegennetwerk
met kruisschakelaars volgens het ericsson_systeem
hierin is abonnee 1 verbonden met 10 en 3 met 7
de stippen op de kruispunten stellen een gemaakt
contact voor
deze voorstelling benadert zeer sterk
het PRX_spreekwegennetwerk

FIG. 6



Figuur 7. Printplaat uit PRX-centrale (PTI) uitgaande overdrager, waarbij reed-relais en elektronische componenten op de printplaat zijn verenigd, afmetingen 250 x 280 mm.

werkt is dermate gecompliceerd dat hieraan maar weinig kan worden toegevoegd.

De processor werkt zeer snel. Een gegeven opdracht wordt door het spreekwegennetwerk in ongeveer 10 microseconden verwerkt. Om de opdrachten zo snel te kunnen uitvoeren is een aanpassing nodig. Hiervoor dienen de aanpassingsorganen in figuur 2.

Omdat de reedrelais zo klein zijn is het mogelijk deze op „printplaten" te monteren, compleet met het verbindingswegennetwerk.

Rest nog te vermelden dat het schakelschema uit figuur 6 in werkelijkheid niet bij het PRX-systeem wordt toegepast, maar dat dit als „matrix" wordt geschakeld. Het is te vergelijken met het van Ericsson bekende „kruisstang" systeem, veelvuldig toegepast in het telefoondistrict Rotterdam.

Het sterk vereenvoudigde principe hiervan (met 10 abonnees) is getekend in figuur 6.

Puzzel

A. J. v. Kruijl

Het eerste gedeelte van deze puzzel bestaat uit woorden van 11 letters, de laatste 3 letters van dit woord vormen weer de beginletters van het 2e woord dat uit 9 letters bestaat.

In de middelste kolom vindt u in de gemerkte vakken een leerzaam gezegde.

Voorbeeld:

1. Vogel en Aaneen.

Oplossing:

1. AALSCHOL*VER* en *VER*BONDEN samen dus AALSCHOL*VER*BONDEN

Omschrijving van de woorden:

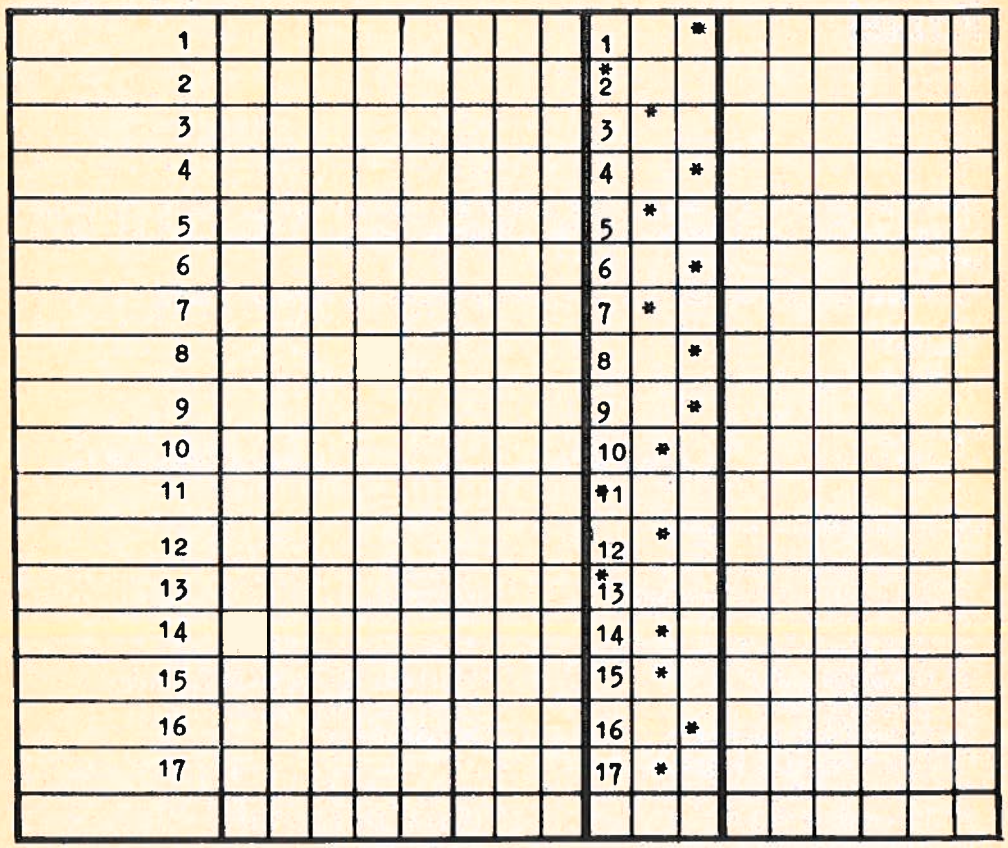
1.	Verbindingsorganen	Element
2.	Modulatie aan de ontvangzijde	Decimaal
3.	Werkzaam bij afd. Opleiding	Bewoner van zeker Werelddeel
4.	Gedeelte van condensator element	Laatste deel van darmkanaal
5.	Geluidsversterker	Binnenste van een bepaalde vrucht
6.	Stroomaanwijzer	Glazen bak voor reptielen
7.	Ontstaat door galvanische, inductieve of cap. koppeling	Karakteriseren
8.	Gebruikt de Interloc. telefoniste	Komt op bij Telefoongesprek
9.	Buitendienst sector	Afgestudeerd aan T.H.
10.	Verzamelaar van electriciteit	Soort roofvogel
11.	Voorkomt dat kern van smoorspoel magn. verzadigd raakt	Serviesgoed
12.	Soort diode	Vindt u op de kaptafel
13.	Gever met grote energie	Schildersartikel
14.	Kleiner dan houdstroom	Neef
15.	Gereedschap	Onderdeel van handm. telf.
16.	Gereedschap	Volksvoedsel
17.	Gereedschap	Uitrusting met werktuigen

Lettergrepen waaruit de eerste woorden van 11 letters zijn samengesteld:

aan; aars; af; am; boor; bout; cen; de; den; deer; di; du; draad; dienst; gre; ge; in; in; kel; ker; ken; kracht; kring; la; la; lucht; lijn; luid; me; mo; ne; o; ode; pe; re; rend; scha; struc; spre; spre; spleet; sa; stroom; sol; schroef; schaar; te; ter; tor; tie; teur; ver; ver; val; vraag; wi.

Lettergrepen waaruit de tweede woorden van 9 letters zijn samengesteld:

ar; aan; ap; aard; cum; darm; de; del; deur; eu; eet; en; en; eur; fles; ge; ge; ger; in; ker; ken; lais; la; lig; lijn; merk; ni; ni; oom; oor; o; ou; pe; pit; pel; ro; re; ren; rium; ra; se; sen; schaal; spuit; schelp; tien; ter; to; til; valk; verf; zeg.



Van de redactie

Over de inning van de abonnementsgelden voor het Studieblad PTT ontvingen wij van DFAB-LA (Loonadministratie) bericht.

Op de specificatie van „loon en emolumenten" dat elk personeelslid ontvangt als er zich wijzigingen voordoen, komt voor abonnee's die het abonnement via het salaris laten inhouden een geringe wijziging.

Het abonnementsgeld dat vermeldt staat onder de kolom „verenigingen" verhuist naar de kolom „vakbonden".

Niet altijd staat in het vakje „verenigingen" 100 (lees *f* 1,00), want men kan nog lid zijn van andere verenigingen. Evenzo voor het vakje „vakbonden"; het daarin vermelde bedrag kan groter dan 100 zijn, immers men kan lid van een vakbond zijn.

Voor u verandert er in feite weinig.

Vorenstaande regeling gaat in op 1 april 1975.

Abonnee's die nog geen gebruik maken van deze door het bedrijf welwillend toegestane faciliteit kunnen dit aan ons opgeven, waarna wij aan de loonadministratie verzoeken dit te willen regelen.